



الحسن بن الحارث

الحسن بن الحارث

دار
الكتاب
المطبعة
والنشر



مرکز تحقیقات کامپیوتر علوم اسلامی

الحسن بن الهيثم

تأليف

أحمد سعيد الدمرdash

تحرير

هلموا هلموا يا من بالتراث تؤمنون ، لقد انتفض
الفكر الاسلامي كله فى القرن العاشر الميلادى بعد تيقظ
طويل ، انتفض كعصفور بلله قبل الصباح ندى !! واقع
الأمر انتفاضتان ، وحوله جوارح الطير من حضارات
أخرى سابقة .

انتفاضة العقل ، وكانت للطبيعات ركيزة ،
فأُمست للعلوم رياشا وزيا ، وانتفاضة القلب ، وكانت
للألهيات دعامة ، فأصبحت للنفوس أثاثا وريا !!

وعرف المستعمر ثقل التراث ، فأراد لنا عزلة
منه ، واستحوذ على الكثير منه فأراد له تشويها وبترا ،
استحوذ عليه من دورنا ومساجدنا وأسواقنا ، فى غفلة
منا ، وغدا الشرق الاسلامي كله شيخا تربا بعد أتراب ،
وشاب فكره وتحجر بعد طول اعشاب ..

وتراث ابن الهيثم جم غزير ، طمسته الشعوبية
والتعصب المذهبي حقبة من زمان ، وعرفه المستشرقون
الأجانب فأولوه قدره ، وفى مرحلة اليقظة ثم الوعى
أحسبنا مكانته فى تاريخ العلم ..

كانت أول محاولة للتعرف به ، تلك التى قام بها
« على يوسف » المهندس والآل خبرة بالمحاكم ، والعضو
بجمعية المهندسين بانجلترا ، فى رسالة قصيرة عنوانها
« القول فى الضوء » لابن الهيثم ، وذلك منذ أربعين
عاما ، رسالة صغيرة فى بضع صفحات لم تفتق رتق
سمع !!

ثم أعقبها رسالة أخرى للأستاذ « عبد الحميد
حمدى » حين كان مدرسا أول بالمدارس الثانوية ،
تقدم بها لنيل جائزة أعلنت عنها وزارة المعارف
عام ١٩٣٨ م ، فنالها وطبعت تحت عنوان « رسالة
الحسن بن الهيثم فى الضوء » ، طبعتها جمعية المعلمين ،
وقد قرأتها فما وجدت فيها سوى ركية بكية ، وخلية
خلية ..

وربت كلية الهندسة بجامعة القاهرة سلسلة من
المحاضرات عام ١٩٣٩ م احياء لذكرى ابن الهيثم ،
وتخليدا لاسمه ، وابتدأها أستاذ ورئيس قسم الطبيعة
فيها وقتذاك الأستاذ مصطفى نظيف ، فأفعم منه
سجلا ، ثم أتبع سجلا ..

وأعقب ذلك تأليفه المتن العميق « الحسن بن
الهيثم ، بحوثه وكشوفه البصرية » متن من جزئين ،
تناول فيه دراسة ابن الهيثم دراسة أكاديمية ، أبهرت
المستشرقين فى ثرائها ، دراسة لا يفهمها الا كل مستوعب
لعلم الضوء ، وله دراية بالرياضيات العالية ، وظهر
المتن عام ١٩٤٢ م ، ثم تبعته دراسات عن ابن الهيثم
قامت بها الجمعية المصرية لتاريخ العلوم التى أشرف
بأمانة صندوقها ، وجمعت فى عددها الصادر

عام ١٩٥٨ م ، غير أن هذه الدراسات قد غفلت بعض
نواحي ابن الهيثم ..

ولما كلفتنى دار الكاتب العربى بمهمة تأليف كتاب
عن ابن الهيثم فى سلسلة أعلام العرب ، رأيت أن ألم
الشعث لجميع النواحي الناقصة فى شىء من التبسيط ،
لكى يقرؤه المثقفون فى يسر وسهولة ، اذ جعلت الصعوبة
فيه متدرجة ، حتى يعرف الجميع كيف كان الفكر
العربى منذ تسعمائة عام أو يزيد ، وكيف ساقط هذا
الفكر درا ، حلّى الطروسا ..

ايه يا تاريخ العلم ! جواب آفاق ترامت سفرتك !!

لقد جاءك ابن الهيثم بفكر جديد ، وعلم أصيل فى
شئى نواحي المعرفة ، واستلهم علماء النهضة فى أوروبا
منه الكثير ، وهم منكرون فضله ، فعساي أن أكون
قد وفيت لابن الهيثم بعض قدره ، فى هذه العجالة
القصيرة ، وتبا لها من عجالة ، اذ كان أولى لها أن تكون
موسوعة ، تسدى دينا طال أمده لابن الهيثم ، دينا
يدين به العالم الاسلامى كله .

والله الموفق .

أحمد سعيد الدمرداش

الأستاذ بكليتى الفنون التطبيقية والجميلة

شارع الهرم - ديسمبر سنة ١٩٦٨



معالم الطريق

انسان وافر النصيب من ثناء الناس ، ومن ثناء الذين لا يشنون
على احد الا بمقدار ، انسان كان يرى قرب العالم قريبا ، ومفناه
غنية ، ترفع عن المال والجاه فعاش عيشة ضنكا ..

قضى ردحا من الزمن في الشام في كنف أمير من أمرائها ،
وأغدق عليه الأمير نعمه وعطاياه ، فرفض ابن الهيثم العطايا قائلا :

« يكفيني قوت يومي ، وتكفيني جارية وخادم ، فما زاد على
قوت يومي ان أمسكته كنت خازنك ، وان أنفقته كنت قهرمانك
ووكيلك ، واذا اشتغلت بهذين الأمرين ، فمن الذي يشتغل
بأمرى وعلمى ؟ » .

وما قبل بعد ذلك الا نفقة أحتاج اليها . ولباسا وسطا .

حياة القفطي في « اخبار العلماء بأخبار الحكماء » قائلا :

« الحسن بن الحسن بن الهيثم أبو علي المهندس البصري ،
نزيل مصر ، صاحب التصانيف والتوالييف المذكورة في علم

الهندسة ، كان عالما بهذا الشأن متقنا له ، متفننا فيه ، قيما بفوامضه ومعانيه ، مشاركاً في علوم الأوائل ، أخذ الناس عنه واستفادوا منه .

وحياه البيهقي في « تاريخ حكماء الاسلام » .

« الحكيم بطليموس الثاني أبو علي بن الهيثم ، كان تلو بطليموس في العلوم الرياضية والمعقولات ، وتصانيفه أكثر من أن تحصى ، وله في الأخلاق رسالة لطيفة ما سبقه بها أحد ، وقد صنف كتاباً في الحيل ، وبين فيه حيلة إجراء نيل مصر عند نقصانه في المزارع » .

وحياه جورج سارتون وهو من أعظم مؤرخي العلم . قال :

« وهو أعظم عالم فيزيقي مسلم ، وأحد كبار العلماء الذين بحثوا في البصريات في جميع العصور ، وقد كان فوق ذلك فلكياً ورياضياً وطبيباً ، وله شروح على مؤلفات أرسطوطاليس وجالينوس ، والترجمة اللاتينية لكتابه المناظر - وهو أهم مؤلفاته - كانت لها أثر عظيم على العلم في الغرب ، خصوصاً على « روجير بيكون » ، « كبلر » ، وفيها يتجلى الرقي العظيم الذي وصلت إليه الطرق التجريبية » .

وذكره « جوزيف هل » في مؤلفه عن الحضارة الإسلامية قائلاً :

« ولقد اتجه ابن الهيثم بأبحاثه الى دراسة « الحجرة المظلمة » وربما كان « روجير بيكون » أول من تمكن من الانتفاع بها ، ويجب أن يعتزى لابن الهيثم فضل التفريق بين الظل وشبه الظل ، ولقد ترجمت بحوث ابن الهيثم في البصريات الى اللغتين اللاتينية والاطالية ، فأفادت « كبلر » كمرشد أمين له اعتمد عليها في بحوثه ، ومن المحتمل أيضاً أن يكون « ليوناردو دافنشي » قد علم بمؤلفات ابن الهيثم ، وأن يكون قد استخدمها » .

وقال عنه المستشرق « دى بور » فى كتابه تاريخ الفلسفة
الاسلامية :

« وفى القاهرة فى أوائل القرن الحادى عشر ، نجد أحد
الرياضيين والفيزيقيين من ذوى الاعتبار الكبير فى جميع العصور
الوسطى : هو ابن على محمد بن الحسن بن الهيثم - الهازن .

وكان قبل ذلك موظفا حكوميا فى البصرة مسقط رأسه ، وأنه
كان شديد الثقة متغاليا فى تقدير القيمة العملية لمعرفته الرياضية .

حسب أنه يستطيع أن ينظم فيضان النيل . فلما استدعاه
ال خليفة الحاكم لهذا السبب ، أيقن عقب وصوله مباشرة عقم
مجهوداته ، وعند ذلك سقط اعتباره كموظف عمومى ، وتوارى
عن الأعين حتى مات الخليفة عام ١٠٢١ م ، ومنذ ذلك التاريخ
كرس نفسه للأدب والعلم حتى مات عام ١٠٣٨ م » .

وقال عنه « كاجورى » فى تاريخ الفيزيكا :

« وكان الهازن - أول طبيب وصف العين وصفا مسهبا ،
وقد استمد معلوماته فى وصف العين من مؤلفات فى التشريح ،
وكان هو وبعض معاصريه من علماء العرب ، وبعض العلماء المتأخرين
منهم يعارضون رأى « أوقليدس » ، والأفلاطونيين القائل بأن
الأبصار يحدث عن أشعة تخرج من العين ، وكانوا يؤيدون رأى
ديموقريطس وأرسطو القائل بأن السبب هو صدور أشعة من
الجسم نفسه » .

وحياه المرحوم الدكتور على مصطفى مشرفة العميد السابق
لكلية العلوم بجامعة القاهرة قائلا : « والمطلع على كتاب ابن الهيثم
فى حل شكوك أوقليدس يلمس فيه دقة المؤلف فى التفكير وتعمقه
فى البحث واستقلاله فى الحكم ، كما يتضح له صحة ادراك
ابن الهيثم لمكان الهندسة الاوقليدية من العلوم الرياضية ، على

أنها دراسة منظمة للعلاقات والمقادير المكانية من ناحية كونها علاقات أو مقادير دون نظر الى ما يمكن أن تدل عليه من موجودات ، فابن الهيثم فى هذا الكتاب رياضى بحث بأدق ما يدل عليه هذا الوصف من معنى ، وأبلغ ما يصل اليه من حدود » .

وقال عنه مؤرخه الجليل الأستاذ مصطفى نظيف - أطال الله عمره :

« ابن الهيثم فى منحى تفكيره وفى طريقة بحثه ، رجل تتوافر فيه الصفات التى تتوافر فى رجالات العلم فى العصر الحديث ، فهو عالم بمعنى « سنيانست » بكل ما يؤديه هذا اللفظ من المعانى ، وهو فى ميدان علم الطبيعة ، ان لم يكن من طراز المحدثين فى الجيل الحاضر فانه من غير شك من طراز علماء الطبيعة فى القرن التاسع عشر .

وبحوثه المبتكرة فى علم الضوء تجعله فى مقدمة الأعلام الأفاضل فى تاريخ هذا العلم ، ولكن له غير ما أضافه على صفحات هذا العلم من الصفحات المجيدة ، أثرا عاما عميقا ، جعل علم الضوء يتخذ صبغة جديدة ، وينشأ نشأة أخرى غير نشأته الأولى ، وهذا التأثير العام الذى أحدثه ابن الهيثم فى علم الضوء ، ويتغلغل الى الأساس ذاته الذى يقوم عليه هذا العلم جدير بالتقدير ، ولم ينل على ما نعلم ما هو أهله من العناية والاهتمام .

وأثر ابن الهيثم العام فى علم الضوء نظيره فى تاريخ العلم أثر « نيوتن » العام فى علم الميكانيكا ، فان قيل ان بعض بحوث ابن الهيثم قد سبقه اليها بعض المتقدمين ، اذ سبقه « أوقليدس » مثلا الى أحد شطرى قانون الانعكاس ، وسبقه « بطليموس » الى دراسة الانعطاف ، وسبقه آخرون الى بيان كيفية الاحراق فى المرايا المحرقة أو الكرات المحرقة وما الى ذلك ، فان « نيوتن » أيضا قد سبقه « جاليليو » الى قانون القصور الذاتى الذى تشيع

الآن نسبته الى « نيوتن » وسبقه « هيجنز » و « ستيفنوس » وغيرها الى كثير من الفكر الأساسية التى يقوم عليها علم الميكانيكا ، ولكن من غير شك قد كانت الأصول الأولية فى علم الميكانيكا قبل « نيوتن » مفككة مبشرة ، يشوبها غموض كبير ، ولم تكن قد نضجت معانيها نضجا تاما ، فجاء « نيوتن » وأدرك حقائق الأمور ، وأضاف من عنده الى ما كان معروفا من قبل ما أضاف ، وربط كل ذلك بعضه ببعض حتى آلت صيرورتها على يديه الى وحدة شاملة ، هى الأساس الذى قام عليه علم الميكانيكا من بعده .

وبالمثل كانت المعلومات فى علم الضوء من قبل ابن الهيثم لا رابط يربطها ولا سلك ينظمها . . ولكنه أعاد البحث فى كل هذه الأمور من جديد ، ونظر فيها جميعا نظرا جديدا ، لم يسبقه اليه أحد من قبله ، واتجه فى هذا النظر وجهة جديدة لم يولها أحد من المتقدمين ، وأصلح الأخطاء ، وأتم النقص ، وابتكر المستحدث من المباحث ، وأضاف الجديد من الكشوف ، وسبق فى غير قليل من ذلك الأجيال والعصور .

واستوفى البحث اجمالا وتفصيلا ، وسلك فى البحث سبيلا تتوافر فيها خصائص طرق البحث العلمى ، مع ما فى هذه الطرق من قصور ومع ما فيها من ميزات ، واستطاع أن يؤلف من كل ذلك وحدة مرتبطة الأجزاء ، على قدر ما كان يمكن أن ترتبط به أجزاءها فى عصره ، ان وجدنا فيها نقصا أو عيبا ، فتلك سنة الله فى المباحث العلمية ، وهو فيها لم يبدع ولم يبتكر فحسب ، بل هو أيضا أقام بها الأسس التى انبنى عليها صرح علم الضوء من بعده . . وأخيرا نختم أقوال مؤرخى العلم بالكلمة التى قالها الأستاذ الدكتور محمد رضا مدور الحائز على الجائزة التقديرية للعلوم فى محاضراته عن ذكرى ابن الهيثم حيث قال :

« والخلاصة أن ابن الهيثم يعتبر بحق من كبار علماء وقته ، ويستدل على ذلك من سعة أعماله فى الفلك وفى الرياضة ولا سيما

فى الطبیعة ، وان أردنا أن نقارن ابن الهیثم بعلماء عصرنا الحاضر فلن أكون مغالیا اذا اعتبرت الحسن بن الحسن بن الهیثم تضاهى فى مرتبة العلامة « اینشتین » فى عصرنا هذا .

هكذا یقول مؤرخو العلم الذین یزنون الأمور بمقدار ، وقلما یشنون بمقدار !! أما ابن الهیثم نفسه فقد اتخذ العلم شرعة ، والبحث فیه نجعة ، فلم یكن الا كذواق له شارب ، یتمثل دائما ببیتین من الشعر لأبى القاسم بن وزیر أبى الحسن على بن عیسی الذی قالهما وأوصى بأن یكتبا على قبره :

رب میت قد صار بالعلم حیا
ومبقى قد مات جهلا وغیا

فاقتنوا العلم كى تنالوا خلودا
لا تعدوا البقاء فى الجهل شیا

ذلكم هو نبأ ابن الهیثم فلمض اذن الى تأریخه :

هو الحسن أبو على بن الحسن بن الهیثم ، كان أحد الثلاثة الأعلام الأفذاذ من علماء النصف الأول من القرن الحادى عشر المیلادى وهم البیرونى وابن سینا وابن الهیثم ، وله بحسب ما تؤدى الیه بعض أقوال ابن أبى أصیبة عام ٣٥٤ من الهجرة أى حوالى عام ٩٦٥ بعد المیلاد ، وكان أول أمره بالبصرة .

كاف منذ نشأته بالعلم ، ولا نعرف مرجعا عنه یکشف عن تلك النشأة الأولى ، ولكننا نعرف الكثير عن ذلك العصر الذی أعقب مرحلة الترجمة لعلوم الأغارقة والسریان والهنود الى اللغة العربیة ، ثم انشاء بیت الحکمة على ید الخلیفة هارون الرشید ثم التوسع فیهما على ید ابنه المأمون الذی هادن صاحب جزیرة قبرص لیستحوذ على خزانة كتب الیونان بها ، ثم هادن حاکم القسطنطینیة لینال مجموعات أخرى من تلك الكتب .

وتغلغلت تلك العلوم فى عناصر الفكر الاسلامى ، وأتاحت
الخلافة العباسية باعتبارها دولة عالمية وسيلة للتوصيل الجيد
لهذه العلوم فى جميع أرجائها ، وذلك بفضل ما فرضته من نظام
وتجانس ، وظهرت تلك العلوم كطفح جلدى فوق روح الحضارة
الاسلامية ، فاستثارت كوامنه ، ومن ثم نشأ التحدى لذلك العامل
الدخيل الذى شكل هذه الحضارة بظاهرة التشكل الكاذب
لليونانيات وغيرها ، فكان الابداع والابتكار .

وظهر أساطين أعلام فى الفلسفة والطب والكيمياء والرياضيات
والفلك والعلوم التعليمية ، منهم فى الفلسفة الكندى والفارابى ،
وفى الطب أبو بكر الرازى ، وفى الكيمياء جابر ، وفى الرياضيات
أبو سهل ويعجن بن رستم القوهى ، وأحمد بن محمد بن الحسين
الصفائى ، والعلامة نصر بن عبد الله ، والعلامة أحمد بن محمد بن
عبد الجليل السجزى ، وأبو الوفاء محمد بن محمد البوزجاني ،
وأبو بكر محمد بن الحسن الكرخى ، وغيرهم أمثال أبو عبد الله
محمد بن موسى الخوارزمى وثابت بن قرة وبنو شاطر .

وفى الفلك أبو معشر الباقى وحنين بن إسحاق ، وأحمد بن
كثير الفرغانى ، وسهل بن بشر ، ومحمد بن جابر الحرانى المشهور
بالتبانى ، وعبد الرحمن الصوفى وأبو الوفاء البوزجاني وغيرهم
كثيرون ، يضيق المقام بتفصيل أعمالهم ، بل وبذكر أسمائهم ،
لهم مؤلفات قيمة نقل أكثرها الى اللاتينية ، وكانت المراجع
المعتمدة عند أهل أوروبا فى عصر التنوير .

فابن الهيثم شهد عند أول نشأته عصرا صاخبا بجلبة الحركة
العلمية المتدفقة ، والحركة المذهبية فى الدين ، وما سببته من
ديناميكية التصادم بين الفرق المتنازعة ، تصادما قد تولد من
رواسب الحضارات الهامدة التى احتضنتها الحضارة الاسلامية،
فكان أن تمت بينها اتصالات فى البعد المكاني والزمانى ، فأحدثت
هديرا فى الفكر الثامى الجديد .

أخذ صاحبنا يدرس كل ما وقعت عليه يده من كتب المتقدمين والمتأخرين ، لا في العلوم الرياضية وفروعها فحسب ، بل في الطب وفي الفلسفة من منطق وطبيعى وما بعد الطبيعة أيضا ، ولم يكن يقنع بمجرد الاطلاع على تلك الكتب ، وإنما عنى بتلخيصها وبوضع المذكرات والرسائل في موضوعات تلك العلوم ، وبالتصنيف فيها والتعليق عليها .

وبلغت تصانيفه من تلك العلوم العشرات من الكتب ، بلغ ما يتعلق منها بالفلسفة والعلم الطبيعى فى حدوده المعروفة فى ذلك العصر ، ثلاثة وأربعين كتابا ، وما يتعلق منها بالرياضيات والعلوم التعليمية خمسة وعشرين ، فضلا عن كتاب فى الطب اعتمد فى تصنيفه على كتب « جالينوس » بلغت أجزاءه عدة الثلاثين ، وذكر ابن أبى أصيبعة أسماء هذه الكتب نقلا عن مقالة ابن الهيثم نفسه .

وازداد الشقاق والتصادم بين الفرق الدينية المذهبية ، كرد فعل عنيف واستجابة لتحديات وفدت عليها من الخارج ، وجلبتها معها العناصر التركية والایرانية ، وتفاعلات اجتماعية داخلية متنابهة ، فاعتزل الامام الغزالى الريادة بعد أن أودع تأملاته فى كتابه « المنقذ من الضلال » وهاجر العراق .

وضاقت طائفة المتشددین من أهل السنة ذرعا بالفلسفة والرياضيات الدخيلة ، وأخذت تنظر فى شىء من الشك وعدم الثقة والاطمئنان الى هؤلاء الذين قيل فى أحدهم :

فارقت علم الشافعى ومالك

وشرعت فى الاسلام رأى دقلس

ودقلس هذا هو اختصاص لاسم الفيلسوف اليونانى « أمباذوقليس » لكى يستقيم بيت الشعر ، وأصاب ابن الهيثم بعض الرذاذ ، فيحدثنا القفطى فى أخبار العلماء بأخبار الحكماء :

« أخبرنى الحكيم يوسف السبتي الاسرائيلى قال : كنت ببغداد يومئذ تاجرا ، وحضرت المحفل ، وسمعت كلام ابن المارستانية ، وشاهدت فى يده كتاب الهيئة لابن الهيثم ، وهو يشير الى الدائرة التى مثل بها الفلك ، وهو يقول : وهذه الداهية الدهياء ، والنازلة الصماء ، والمصيبة العمياء ، وبعد اتمام كلامه حرقها وألقاها فى النار » .

وكما انتقل الفارابى الى الشام ، انتقل ابن الهيثم أيضا ، ويقول البيهقى فى كتاب « تنمة صيوان الحكمة » .

« وأقام بالشام عند أمير من أمراء الشام ، فأدر عليه ذلك الأمير ، وأجرى عليه أموالا كثيرة » .

هذه المرحلة من حياة ابن الهيثم يمكن أن نعتبرها مرحلة التحصيل ، أما مرحلة الابداع والابتكار فقد ابتدأت منذ أن استقر فى القاهرة ، وكان وفقا لرواية ابن أبى اصيبعة قد بلغ الثالثة والستين بحسب التوقيت العربى ، وفى المرحلة الثانية أخرج أعبق تأليفه فى الضوء ، وهى التى ظلت المرجع الأساسى لهذا العلم فى أوروبا حتى القرن السابع عشر الميلادى .

كان ابن الهيثم على ضالة جسمه وقصر قامته دائم الاشتغال ، قوى الذكاء كثير التصانيف وافر الزهد ، سامى النفس ، محبا للخير كما يقول المرحوم الدكتور مصطفى عبد الرازق .

واشتهر ابن الهيثم بغزارة إنتاجه العلمى ، وبلغت شهرته آفاق العالم الاسلامى فى ذلك الوقت ، اشتهر لا كعالم رياضى فحسب بل كمهندس له فى الفنون الهندسية آراء ومؤلفات ، كانت جليلة القيمة فى ذلك العصر .

وبلغت شهرته مصر ، وكان صاحب السلطان فى ذلك العهد فى مصر الحاكم بأمر الله الفاطمى ، والعصر الفاطمى يعد من أزهى عصور مصر الاسلامية من الوجهة العلمية ، فلقد بلغت الحياة العلمية درجة كبيرة من النمو والازدهار لكثرة العلماء الذين كانوا يفدون عليها وهم من شتى الأديان حتى أن طبيب العزيز بالله كان مسيحيا ، وهو أبو الفتح منصور بن معشر .

وقيل أن العزيز بالله كاتب جبرائيل بن بختيشوع وهو أحد أسرة بختيشوع الشهيرة بالطب فى جنديشابور ، كاتبه ليستدعيه فى الإقامة بمصر فاعتذر ، وأرسل الحاكم بأمر الله الى ابن الهيثم يستدعيه فأجاب :

ووفد على مصر القاضى عبد الوهاب بن على أحد أئمة الفقهاء المالكي لضيق حاله ببغداد ، فأكرمه الفاطميون رغم أن مذهبه يناقض مذهبهم الشيعى ، كما وفد الطبيب أبو الحسن المختار ابن الحسن المعروف بابن بطلان النصرانى البغدادى .

ويخيل ألينا أن السبب الذى من أجله شجع أئمة الفاطميين العلم والعلماء أن المذهب (١) الفاطمى نفسه يقوم على العلم والعقل قبل كل شىء ، ومن طريق العلم وبالجدل والمناظرات استطاعت الدعوة الفاطمية أن تنتشر فى العالم الاسلامى .

أمثلة من هذه المناظرات هى تلك التى كانت بين ابن بطلان الطبيب النصرانى العراقى ، وابن رضوان الطبيب المصرى ، وقد حفظ لنا ابن أبى أصيبعة خمس رسائل لهذين الطبيبين فى المناظرة بينهما ، وطبعت هذه الرسائل بكلية آداب جامعة القاهرة .

استطاع الفاطميون أن يكونوا دولتهم العتيدة ، فعقيدة الفاطميين كانت تقوم على العمل والعلم ، فالعمل هو الظاهر

(١) الدكتور محمد كامل حسين « مصر الفاطمية » .

والعلم هو الباطن : وعلم الباطن يقوم على استخدام العقل ومطابقة
المحسوس للمعقول .

ولاحظ المستشرق « أوليرى » تسرب الفلسفة اليونانية الى
عقيدة الفاطميين فقال :

« ان الحركة الفاطمية بأكملها أخذت مكانتها فى جو مشبع
بالفكر الهليني ، واحياء دراسة المواد اليونانية هو الالهام المباشر
لطائفة الاسماعيلية » .

واليونانيات تمجد العلم أعظم التمجيد وها هو أفلاطون (١)
يقول :

« اطلب العلم تعظمك الخاصة ، والمال تعظمك العامة ، والزهد
يعظمك الغريقتان ، كفى بالعلم شرفا أن كلا يدعيه ، وبالجهد ضعة
أن كلا يتبرأ منه ، والانسان انسان بالقوة اذا لم يعلم ولم يجهد
جهلا مركبا ، فاذا علم كان انسانا بالفعل ، أو جهل جهلا مركبا
كان حيوانا ، بل أسوأ منه لفقدان آلة التخيل » .

وكان للحاكم بأمر الله ميل للعلم وميل لتشجيع العلماء ، آوى
اليه كثير من أطباء عصره وقربهم اليه وأغدق عليهم نعمه ، وأنشأ
بالقاهرة دارا عرفت « بدار الحكمة » أو « دار العلم » جمع فيها
العلماء ، لكى تنافس « بيت الحكمة » ببغداد ، فظهرت الدولة
الفاطمية فى مصر شبحا للخلافة العباسية فى بغداد ، أو صورة
لدولة عالمية لها نظم ولها تقاليد !

وأنشأ الحاكم بأمر الله فى المقطم مرصدا ، جعل فيه أحد
مشهورى علماء الفلك فى ذلك العصر ، وهو « ابن يونس المصرى » ،
وانقطع فيه ابن يونس للرصد حتى أتم أرصاده ، وجمعها فى جداول
تعرف فى تاريخ علم الهيئة « بالزيح الحاكمى » ويقول عنه

(١) تذكرة داود الانطاكى .

ابن خلكان أنه لم ير في الأزياج على كثرتها أطول منه اذ يقع في أربعة مجلدات .

ولابن يونس أيضا كتاب اسمه « التعديل المحكم » هو زيج لتقويم الشمس ، وفي حساباته الفلكية كان ابن يونس يستخدم المعادلة الرياضية التالية ، نظرا لأن اللوغاريتمات لم تكن قد عرفت بعد ، وهذه المعادلة هي :

$$\text{جتا } 1 \text{ جتا } 2 = \frac{1}{2} [\text{جتا } (1 - 2) + \text{جتا } (1 + 2)]$$

كثيرا ما كان الحاكم بأمر الله يحضر المناظرات العلمية في دار العلم التي أنشأها ، وبلغ الحاكم أمر ابن الهيثم وهو الموجود بالشام ، يروى القفطى أنه بلغه أيضا قول ابن الهيثم :

« لو كنت بمصر لعمات في نيلها عملا يحصل به النفع في كل حالة من حالاته من زيادة ونقص ، فقد بلغنى أنه ينحدر من موضع عال وهو في طرف الاقليم المصرى » .

ويروى القفطى أن الحاكم أرسل اليه أموالا وهدايا رغبة في الحضور الى مصر ، ولعل الحاكم لم يرد فقط أن يستفيد منه فيما قال في أمر النيل ، بل أراد أيضا أن يستأثر بفخر ايوائه اليه وشموله بعطفه ورعايته .

ويروى أيضا أن الحاكم خرج لاستقباله والتقى به خارج القاهرة ، وأكرمه وأمر باكرام مثواه ، ثم استمعله أياما وطالبه بما قال في أمر النيل ، ثم يقول ان ابن الهيثم سار ومعه جماعة من الصناع المحترفين لأعمال البناء بأيديهم ، وتتبع مجرى النيل ، وكأنه في بعثة هندسية بالمعنى الحديث ، حتى وصل الى أسوان .

وتجاوزها الى موضع يقول القفطى انه يعرف بالجنادل ، وعاین هذا المكان من جانبه ، ولكنه لم يجد الأمر متفقا وفكرته الهندسية التي خطرت له ، ففكر ، وقدر ، فلم يجد مندوحة من

العودة الى القاهرة وهو في أشد حالات الخجل والانخزال ، واعتذر الى الحاكم .

ويروى القفطى أيضا أن الحاكم تظاهر بقبول عذره ، وولاه منصبا من مناصب الحكومة ، فتولاه ابن الهيثم لا رغبة فيه بل رهبة من بطش الحاكم ، ولو أنصف الحاكم لصرفه عن الوظيفة ، وجعله فى زمرة من جمعهم فى دار الحكمة ، أو لجعله زميلا لابن يونس فى مرصد المقطم .

ولكن لعل ابن الهيثم قد انحطت منزلته العلمية لدى الحاكم بأمر الله ، أو لعل زمرة المنتفعين التى كانت تحيط بالحاكم أرادت إقصائه عن المحيط العلمى كله ، وخشى ابن الهيثم أن يعتذر عن قبول الوظيفة تجنباً من غضبه ، وهو المشهور بنزواته المتسرعة .

أغلب الظن أن هذا الحادث قد ترك أثرا سيئا فى نفس ابن الهيثم ، وفى تصورى أن الأمر لا يضره كثيرا ولا قليلا ، فهو قد أبدى رأيه بشجاعة ، وكان من الممكن أن يتمادى فى مشروعه وأن يطيل فى مدة التنفيذ ليستفيد بأكبر قدر من المال والجاه ، ولكن أبى عليه تواضعه العلمى إلا أن يعترف بعجزه أمام ما وجده من فن القدماء فى مبانيهم واهراماتهم ومعابدهم الضخمة التى وقف أمامها مبهورا ، فكر لو كان مشروعه من السهولة تنفيذه لكان قدماء المصريين أسبق الناس الى ذلك .

نحن وان كنا لا نعلم على وجه التحقيق ماهية المشروع الذى فكر فيه ، فان أخذه الصناع المحترفين لأعمال البناء كما روى القفطى ، ان دل على شىء فهو يدل على أن المشروع كان من قبيل السد أو الخزان ، فهل يضره أنه سبق الأجيال وفكر فى أمر لم يحن موعد تنفيذه إلا بعد ثمانية قرون وأكثر ، خصوصا وأنه بنى فكرته على ما بلغه من أن النيل ينحدر من مكان مرتفع على حدود البلاد المصرية .

وتولى ابن الهيثم العالم الرياضى الفيلسوف منصبا من مناصب الدولة ، قد عرض مثله لنيوتن من بعده ، مع الفارق كما يقولون ، فنيوتن بعد أن أتاحت له بجوئه عن تشتت الضوء ، وماهية ألوان الطيف ، وكشفه العظيم لقانون الجاذبية ووصفه الأساسى الذى يقوم عليه علم الميكانيكا ، نيوتن الذى هو فى نظر بعض مواطنيه ، صاحب أكبر عقل ظهر فى الوجود ، كان فى ضيق من العيش لقلة المرتب الذى كان يتقاضاه من منصب الأستاذية الذى كان يتولاه فى جامعة « كمبردج » فتاقت نفسه الى وظيفة من وظائف الدولة تدر عليه خيرا لا يجده فى منصبه فى الجامعة ، وكان العلم فى وقته ينظر اليه على أنه شىء نافل ولا طائل من تحته .

سعى نيوتن لدى بعض أصدقائه من ذوى النفوذ ، ولم يشمر المسعى أول الأمر ، فلبث قلقا ، وشكا الى صديق آخر مالقيه من صديقه الأول من ارجاء وتسويق ، ولما أراد الله أن يتولى صديقه الأول وزارة المالية ، عينه فى وظيفة فى دار الصك ، فقبل نيوتن الوظيفة ، وقلد بعد قليل رئاسة الدار ، وصار مرتبه مائتين وألف من الجنيهات فى العام ، وقنع نيوتن بذلك ، واطمأنت نفسه ، ولكنه انشغل بأعمال الوظيفة عن العلم والنظر فيه ، فاضمحل إنتاجه العلمى وما سكب !!

أما ابن الهيثم فقد تولى الوظيفة وهو كاره لها ، وكيف يستسيغ الوظيفة وأعمال الدواوين ويؤثرها على لذة البحث والانقطاع للعلم ؟

وفى الوقت نفسه كيف المفر والحاكم واقف له بالمرصاد ، ذلك الديكتاتور المتقلب الذى لا يؤمن جانبه ، كثير النزوات : مثل من نزواته انه أصدر (١) أمرا عام ٤٠٤ هـ بألا يتحدث أحد

(١) كنز الدرر وجامع الفرر تأليف الداودى ، الدرة المضيئة فى أخبار الدولة الفاطمية . تحقيق الدكتور النجد - الناشر المعهد الألمانى للأثار بالقاهرة .

فى علم النجوم ، وأمر بأن ينفى المنجمون فى إقليم مصر ، فاجتمعوا ووقفوا للقاضى أحمد بن أبى العوام فتحدث لهم فأعفوا من النفى لاغير .

فكر ابن الهيثم مرة أخرى وقدر ، فلم يجد حيلة يتخلص بها غير أن يتظاهر بالجنون ، فأشاع ذلك عن نفسه حتى بلغ الحاكم ، فعزله وصادر أمواله وأمر بحبسه فى منزله وجعل عليه من يخدمه ، ولبث ابن الهيثم على هذه الحال التعسة الى أن توفى الحاكم وتأكد من وفاته ، فعاد الى الظهور والاشتغال بالعلم ، واستوطن دارا بالقرب من الجامع الأزهر ، وأقام بالقاهرة الى أن توفى فى حدود سنة ثلاثين وأربعمائة أو بعدها بقليل بحسب رواية القفطى .

وقد روى « البيهقى » حادثة ابن الهيثم مع الحاكم برواية أخرى ، وروى « علم الدين قيصر » وهو المعاصر لابن الهيثم حادثة الوظيفة والتخلص منها بالتظاهر بالجنون ، وروايته تتفق ورواية القفطى سوى أنه وزر بالشام ، ثم تخلص من الوزارة وظعن الى مصر فأقام بالقاهرة على باب الجامع الأزهر متنسكا ، ومشتغلا بالتصنيف والتعليم ، ونسخ الكتب القديمة .

انه احترف الوراقة ، ينسخ ثلاثة كتب لأوقليدس والمتوسطات والمجسطى مؤونته لعام نظير مائة وخمسين دينارا ، ويا لها من قيمة بخسة لرجل عاش للعلم ومات فى سبيله .

مات فى القاهرة متنسكا ، ولا أحد يعرف مكانه اذ ذهبت رفاتة مع التراب هباء ، ولا أحد يشيد له ضريحا على غرار تلك الأضرحة المنتشرة هنا وهناك ، ونسيه القوم أو تناسوه هنا قرابة تسعة قرون ، حتى هيا الله له شيخا جايلا وعالما فاضلا هو الأستاذ مصطفى نظيف فأحيا ذكره وخلده فى كتاب عميق من جزئين ، خلد بحوثه فى البصريات وأوفاه حقه .

لا أحد يشيد له ضريحا ، أو يدفن في مقابر العظماء كمقبرة
وستمنستر بلندن أو كمقبرة البانشيون بباريس ، ولكن كفاه أن
تاريخ العلم هو مقبرة العظماء التى يحج اليها كل يوم كل باحث
وكل متتبع لنضال العقل البشرى فى اجتلاء أسرار الكون ، وكفاه
أيضا أن جميع مكتبات جامعات العالم أجمع قد شيدت له أضرحة
متواضعة هى فهارسها التى تنير الطريق اليه ..

العالم الموسوعي

كان ابن الهيثم غزير التأليف ، متدفق الانتاج فى شتى أنواع المعرفة ، فلقد طرق الفلسفة والمنطق والطب والفلك والبصريات والرياضيات ، مستحدثا فيها أنماطا جديدة من الفكر العلمى الأصيل ، وفى أول عهده كان شارحا لتراث الأغارقة ثم ناقدا لكتبهم ، ثم متمردا على كثير من آرائهم .

تحدث عن نفسه ، فى مقالة نقلها ابن أبى أصيبعة عن خط يده ، ذاكرا أسماء ما يقرب من مائتى تصنيف ، خلا رسائل ومقالات أخرى له ، شاعت بين أيدي الناس من الشرق والغرب ، وضاعت أصولها من يده ، ونسبت الى غيره .

لم تكن له لذة فى الحياة سوى التفرغ للبحث والتأليف ، وهو يقول فى هذا الصدد : « انه ما مدت له الحياة ، سيبذل جهده ، ويستفرغ قوته فى التأليف ، متوخيا به أمورا ثلاثة : أحدها - أن يجد الناس فى كتبه ، بعد موته ، الفائدة والعلم اللذين يقدمهما لهم فى حياته . والثانى - أن يجعل من التأليف وتدبيج الرسائل ارتياضا لنفسه بهذه الأمور ، فى تثبيت ما تصوره فكره وأتقنه من هذه الدراسات .

أما الأمر الثالث - فهو أن يدخر من تلك التأليف عدة لزمن الشيخوخة وأوان الهرم » .

ولعل فى ذلك كله ما يفسر لنا صدور هذا العدد الضخم من المؤلفات عن ابن الهيثم ، ويبين كيف اتسعت حياة رجل واحد

لتأليفها كلها ، مع ما فيها من دقة وغزارة فى المادة ، ومع ما تمتاز به من طابع العمق والاحاطة .

وإذا جاز لنا أن نكتفى بصفة واحدة لابن الهيثم ، تغنى عن جميع صفاته وتنطوى فيها جميع الملكات والمواهب التى أعانته على جميع أعماله وآرائه فتلك هى صفة العالم الموسوعى بأدق ما تكون الكلمة ، عالم موسوعى على غرار ابن سينا والبيرونى والكندى والرازى وغيرهم من العلماء العرب الذين حملوا مشعل البحث والتأليف فى كل نوع من أنواع المعرفة ، فعصرهم لم يكن ليعرف معنى التخصصات التى طفت على عصرنا الحاضر .

والتخصص هذا قد جار على الشخصية الانسانية ، فلم يترك فى كل امرئ الا جزء من انسان مستغرقا فى جزء من المعرفة ، وجزء من العناية بالعالم الواسع الذى يعيش فيه ، وليس أضر ولا أوخم من هذه التجزئة فى الزمن الذى ولدت فيه الفكرة العالمية ، وأصبحت علاقة العالم الانسانى بعضه ببعض حقيقة متمكنة ، تتطلب الانسان كله للمساهمة فيها ، ولا تقنع منه بجزء ناقص محبوس فى قواقع منعزلة .

كان العلماء العرب فى تلك الحقبة يتخاطبون ويتفاهمون فى يسر وغير مشقة ، فهم يفهمون اللغة العلمية التى يتداولون بها ، أما اليوم فعالم الكيمياء العضوية لا يفهم لغة الكيمياء النووية أو الكيمياء الفيزيائية ، مع أنها روافد لعلم واحد ، فما بال التخصصات المتشعبة المتفرعة فى علوم الحياة ؟

نظرة عاجلة فيما خلفه ابن الهيثم من ثبت كتبه ، تكشف لنا غزارة تأليفه :

فقد ألف فى كل من : الهندسة والطبيعة والفلك والارثماطيقى والجبر والمقابلة ، كما ألف الكثير من الكتب والمقالات الفلسفية ، وتناول بعض المسائل الدينية العويصة ، وفى اثبات النبوات

وايضاح فساد رأى الذين يعتقدون بطلانها ، وذكر الفرق بين
النبي والمتنبى ، ودبح الرسائل والكتب فى التوفيق بين الفلسفة
والدين ، وفى تبطيل رأى بعض الفرق الدينية ، ورد شئ من
آرائهم .

وسنعرض الآن لذكر نصيب كل ناحية من هذه الفنون من
نشاط هذا العبقري الفذ :

١ - فلقد أثر الهندسيات وحدها بثمانية وخمسين تصنيفا ،
ضمنها الكثير من آرائه الشخصية وبراهينه المبتكرة لمسائل
تواترت عن أوقليدس وأرشميدس خلوا من البرهان ، أو كانت
فى حاجة الى الشرح والاثبات ، وتعرض فيها كذلك لموضوعات
التحليل والتركيب الهندسيين ، وقسمة الزاوية الى ثلاثة
أقسام ، وخواص الدائرة والقطاعات المخروطية والمساحات وغير
ذلك .

واكن لا يوجد فى مكتبات العالم أكثر من واحد وعشرين
مخطوطا ، فى مكتبات فايز ، وعاطف ، وفاتح ، وجار الله ،
وبشير أغا ، وسراى بالآستانة ، وفى الجزائر وطهران ولندن
وباريس ، وخدابخش بتنه فى حيدر آباد الدكن بالهند ، وفى
دار الكتب المصرية ، وفى مكتبة بلدية الاسكندرية .

٢ - وألف فى الحساب والجبر والمقابلة ما لا يقل عن عشرة
كتب ، لا يوجد منها سوى كتاب « فى حساب المعاملات » بمكتبة
عاطف وتوجد صورة فوتوغرافية له بمعهد مخطوطات جامعة الدول
العربية ، وكتاب « فى مسألة عددية » بمكتبة زنجان ، وكتاب
« استخراج مسألة عددية » بمكتبة عاطف أيضا .

ومؤلفاته فى الرياضيات يمكن تلخيصها فى الآتى :

١ - مصادرات أوقليدس

٢ - حل شكوك أوقليدس

- ٣ - مساحة الجسم المكافئ
- ٤ - العدد والجسم
- ٥ - قسمة الخط الذى استعمله ارشميدس فى الكرة
- ٦ - قول فى حل مسألة عددية
- ٧ - مقدمة ضلع السبع
- ٨ - تربيع الدائرة
- ٩ - مسألة فى المساحة
- ١٠ - خواص المثلث من جهة العمود وله صورة فوتوغرافية
فى معهد مخطوطات جامعة الدول العربية
- ١١ - عمل المسبع فى الدائرة
- ١٢ - استخراج اضلع المكعب
- ١٣ - علل الحساب الهندى
- ١٤ - أوسع الأشكال المجسمة
- ١٥ - مساحة الكرة
- ١٦ - قول فى مسألة هندسية
- ١٧ - شرح قانون أوقليدس
- ١٨ - بركار الدوائر العظام
- ١٩ - جمع الأجزاء
- ٢٠ - قسمة المقدارين
- ٢١ - التحليل والتركيب
- ٢٢ - حساب الخطأين
- ٢٣ - استخراج أربعة خطوط
- ٢٤ - قول فى المكان
- ٢٥ - تعليق فى الجبر
- ٢٦ - قول فى شكل لبنى موسى

٣ - وألف فى البصريات ما يقرب من أربعة وعشرين موضوعا
بين كتاب ورسالة ومقالة ، وتناول فيها الضوء ، ومسائل
مراكز الأثقال وصنعة الميزان وغير ذلك ، ولكن أكثر هذه

المؤلفات قيمة قد باد وتشتت ، غير اثني عشر مصنفا ، مبشرة بين زنجان والآستانة ولندن وخدابخش بيته ومن بينها كتاب « المناظر » الذى يحوى آراء جريئة مبتكرة فى علم الضوء ، وهو يتكون من سبعة أجزاء ، وقد ظل المرجع الرئيسى لهذا العلم حتى القرن السابع عشر بعد ترجمته الى اللاتينية ، ويوجد مخطوط كامل من هذه الأجزاء فى مكتبة « أيا صوفيا » وستة أجزاء من مخطوط آخر له فى مكتبة الفاتح ، أما الجزء السادس المفقود من النسخة السابقة فموجود بمكتبة « طوب قابى سراى » بالآستانة ، ومن بينها أيضا مقالاته فى المراية المحرقة بالدوائر ، والمرايا المحرقة بالقطوع ، والكرة المحرقة ، وفى كيفية الاظلال ، وفى عمل البنكام ، وفى القرسطون .

٤ - أما الفلك ، الذى أطلق فيه على ابن الهيثم اسم « بطليموس الثانى » لابداعه فيه وعنايته به عناية جعلته يؤلف فيه رسالة الى بعض الرؤساء يحثه فيها على عمل الرصد النجومى ، وجعله يهتم به حتى يؤلف فى احدى رسائله أكثر من خمسة تصانيف ، فلم يصلنا من تراث ابن الهيثم فى الفلكيات الا نحو سبع عشرة مقالة من أربع وعشرين تأليفا ، وهذه المقالات يوجد أغلبها فى مكتبتى عاطف وفاتح بالآستانة ، وتوجد واحدة منها فى ليدن ، وأخرى فى زنجان ، وثالثة فى القاهرة ، ثم قصيدة عينية فى « بروج الشمس والقمر » بمكتبة الاسكوريال بأسبانيا ، وشرحان لها أحدهما فى برلين والآخر بالجزائر .

وقد تحدث ابن الهيثم فى تأليفه الفلكية عن أبعاد الأجرام السماوية وأحجامها ، وكيفية رؤيتها ، وعن الرصد النجومى ، وحركاته وارتفاع القطب ، ومن مائة الأثر على وجه القمر .

٥ - وفى الطب ألف ابن الهيثم كتابين ، أحدهما فى « تقويم الصناعة الطبية » ضمنه خلاصة ثلاثين كتابا قرأها لجالينوس ،

والآخر « مقالة فى الرد على أبى الفرج عبد الله بن الطيب » لابطال رأيه الذى يخالف فيه رأى جالينوس ، والكتابان مفقودان .

وله رسالة فى تشريح العين وكيفية الابصار :

٦ - وكذلك نجد لابن الهيثم فى الفلسفة والمنطق وعلم النفس والأخلاق ، وفى الالهيات واللغة ما يربو على أربعين مؤلفا ، لا نعرف موجودا منها غير مقالته فى « المكان » الموجودة فى مكتبة « المكتب الهندى » بلندن ومكتبة خدابخش بتنه ، ومقالته « ثمرات الحكمة » بمكتبة كوبرلى زاده بالآستانة .

وابن الهيثم يعتبر مصريا بحكم اقامته بالقاهرة وانتاجه الفياض بها ، ولكن نصيب مصر من مؤلفات ابن الهيثم فى الوقت الحاضر ما يأتى اويا للأسف :-

١ - مائة الأثر الذى فى وجه القمر - وهو مخطوط بمكتبة تيمور نقلا عن بلدية الاسكندرية .

٢ - فى التحليل والتركيب - بمكتبة تيمور .

٣ - حل شكوك أوقليدس وشرح معانيها - صورة فوتوغرافية بمعهد مخطوطات الدول العربية .

٤ - قول فى مسألة هندسية بمكتبة مصطفى فاضل (دار الكتب المصرية) .

٥ - تنقيح المناظر لذوى الأبصار والبصائر لكمال الدين الفارسى شرحا لكتاب المناظر لابن الهيثم .

٦ - الشكوك على بطليموس - صورة فوتوغرافية بمعهد المخطوطات بجامعة الدول العربية .

٧ - حساب المعاملات - صورة فوتوغرافية بمعهد المخطوطات بجامعة الدول العربية .

٨ - مجموعة رسائل ابن الهيثم مطبوعة بدائرة المعارف العثمانية
بحيدرآباد الدكن وتشمل الآتى :

- (أ) فى أضواء الكواكب .
- (ب) فى المرايا المحرقة بالقطوع .
- (ج) فى المكان .
- (د) فى المساحة .
- (هـ) فى الضوء .
- (و) فى المرايا المحرقة بالدائرة .
- (ز) فى شكل بنى موسى .
- (ح) فى أضواء القمر .

وتوجد فى مكتبة جامعة القاهرة ، كما توجد بها أيضا المصورات
التالية :

- ١ - كتاب المناظر .
- ٢ - قول فى أضواء الكواكب .
- ٣ - مقالة فى المرايا المحرقة بالقطوع .
- ٤ - مقالة فى المرايا المحرقة بالدوائر .
- ٥ - مقالة فى ضوء القمر .
- ٦ - مقالة فى مراكز الأثقال (كما أوردها الخازنى فى كتابه
« ميزان الحكمة ») .

وفى دار الكتب بالقاهرة المصورات التالية :

- ١ - مقالة فى استخراج ارتفاع القطب على غاية التحقيق .
- ٢ - مقالة فى ارتفاع الأشخاص القائمة وأعمدة الجبال وارتفاع
الغيوم .
- ٣ - مقالاته فى المخروطات ، اصلاح لشكل بنى موسى .

ترى ما الذى تسبب فى بعثرة هذه المخطوطات ، وكان أولى

بها أن توجد جميعها بالجامع الأزهر حيث قضى ابن الهيثم بقية عمره بجواره ، ان ما يوجد بالقاهرة اليوم بالاضافة الى بعض الترجمات الألمانية بقلم العلامة « فيدمان » لبعض بحوث ابن الهيثم والتي كانت مرجعا لنا في هذا الكتاب لدليل على عدم المبالاة بتراثنا القديم ، وبتراث ابن الهيثم الذى ظل منسيا لا يعرفه سوى قلة حتى أن جورجى زيدان لم يذكره فى مؤلفاته عن العلماء العرب .

ولولا أن قيض الله لابن الهيثم عالم معاصر جليل أطال الله عمره هو الأستاذ مصطفى نظيف مدير جامعة عين شمس سابقا ، فألف له متنا عميقا يتناول فيه البصريات عند ابن الهيثم ، تلقفته جامعات أوروبا بالترجمة اذ اعتبرته مرجعا علميا لا يشق له غبار فى هذا الموضوع ، لولا هذا لبقى ابن الهيثم مغمورا فى بعض الفهارس مثله كمثل بقية علمائنا العرب .

والسؤال الذى يتبادر الى الأذهان لماذابقى ابن الهيثم مغمورا فى الشرق الاسلامى ، وفى أوروبا لم يعرفه الا القليل ، بل يخلطون بينه وبين الخازنى فيلقبونه بـ « الهازن » ؟ ، وها هو أثر الدين : الفضل بن عمر الأبهري العالم الايرانى صاحب « هداية الحكمة » الذى توفى عام ١٢٦٣ م لا يذكر ابن الهيثم بتاتا فى كتابه هذا بل يذكر ابن سينا وغيره ، وهاهو نصير الدين الطوسى عالم المراغة الكبير (١٢٠١ - ١٢٧٤) لا يذكر ابن الهيثم مطلقا فى مؤلفاته الرياضية والبصرية ، بل ها هو قطب الدين محمود بن مسعود أبو الشناء الشيرازى (١٢٣٦ م) يذكر لتلميذه كمال الدين الفارسى فى شىء من عدم الاكتراث أنه قد رأى فى صباه ببعض خزائن الكتب بفارس كتابا فى المناظر لابن الهيثم .

يقول الأستاذ مصطفى نظيف أن التناحر بين الدويلات الاسلامية ، ومحنة المغول والتتار هما سبب عدم ذبوع شهرة ابن الهيثم فى الشرق الاسلامى ، وأن الترجمة اللاتينية للنس « فيتلو » لكتاب المناظر لابن الهيثم دون ذكر اسمه هى التى

حجبت شهرته ، ونحن لا نرى أن هذا سبب كاف لطمس ابن الهيثم ،
فكتب الكندي والرازي والبيروني وابن سينا لم تتعثر بهذه
الكيفية ، وأسماؤهم بقيت متوهجة في العالم الاسلامي كله وفي
أوروبا ، وكذلك نصير الدين الطوسي ، وهم تعرضوا لنفس
الأسباب التي يذكرها الشيخ الجليل مصطفى نظيف !
لقد لاحظ المستشرق « دي بور » اهمال العلماء لابن الهيثم
فقال :

« انه لم يكن لدعوة ابن الهيثم ثمرة كبيرة في الشرق ، ولا يعرف
من تلاميذه غير واحد يعد من الفلاسفة ، هو أبو الوفا مبشر بن
فانك القائد » .

ويقول المرحوم الدكتور محمد كامل حسين أستاذ التاريخ
بجامعة القاهرة وهو الرأي الأصوب :

« واقع الأمر أن لابن الهيثم تلاميذ كثيرون ، وأنهم حافظوا
على تعاليمه ودعوته ، ولكن كان التعصب الديني عند الأيوبيين
والعباسيين قويا ، حتي انهم لم يفرقوا بين عقيدة الفاطميين
أعدائهم وبين العلوم الرياضية .

فكل من اتصل بالفاطميين فهو من زمريتهم ، وكل عالم من
علماء مصر الفاطمية متهم بالخروج عن الدين ، ويجب أن تحرق
كتبه ، ولا تتبع تعاليمه ، وهذا ما حدث لابن الهيثم وغير ابن الهيثم
من العلماء » .

ونحن نرى الصواب في هذا الرأي ، ودليلنا مخاطبة
عمر الخيام . وهو من المعسكر التركي السني المتعصب - لابن
الهيثم في كتابه مصادرات اوقليدس - « وهذا الرجل قد أتى بكذا
وكذا .. الخ » وهي لهجة تنم على الازدراء .

ولكن كيف تسربت بحوث ابن الهيثم الى العالم المسيحي
بأوروبا ؟ .

يقول « الدومبيلي » فى كتابه « العلم عند العرب » « أن أول كتاب نشر لابن الهيثم هو ترجمة جيرار دى كريمونا أشهر المترجمين فى أسبانيا (١١١٤ - ١١٨٧ م) ، ثم ظهر مطبوعا فى لشبونة عام ١٥٤٢ م بعد اختراع الطباعة ، مع كتاب نشره فريديريك رسنر فى مدينة بال بسويسرا عام ١٥٧٢ م لأبحاث ابن الهيثم فى المناظر مع شرحه لكمال الدين الفارسى وكتاب الأوبطيقا لفينلو .
ويقول « انريكو ناردوشى » مؤرخ العلم الايطالى (١٨٧١ م) أن ترجمات لاتينية كثيرة عمات فى القرون الوسطى لكتاب المناظر لابن الهيثم ، ويقول أيضا « لعل الأثر الذى تركته مؤلفات هذا العالم العربى فى البصريات ، والذى يبدو فى أعمال بيكون وفيتلو هو السبب فى أن كتب ابن الهيثم لم تنشر مبكرة فى عصر النهضة ، كما أنها لم تنشر بعد ذلك كثيرا » .

ويقول العالم الأسباني « بويج » فى أرشيف التاريخ المذهبي والأدبي للعصور الوسطى طبعة باريس ١٩٣٠ م أن « روجير بيكون » قد قرأ الكتب العربية وتأثر بابن الهيثم .

ومن الثابت أيضا أن كتاب « جون بكام » الموسوم بـ « المنظور » والذى نشر قبل عام ١٢٧٠ م ليس الا اقتباسا ناقصا من كتاب ابن الهيثم فى البصريات .

أما كتاب « فيتلو » الذى ألفه نحو عام ١٢٧٠ م فهو مأخوذ فى قسم كبير منه عن ابن الهيثم ، ولا يتجاوز النتائج التى وصل إليها .

وطبع الناشران « ايباتوس وتانشتر » عام ١٥٣٥ كتاب « فيلتو » فى الأوبطيقا قبل طبعة فريديريك رسنر .

أما أهم من ترجم لابن الهيثم فى الغرب الاسلامى خلاف جيرار دى كريمونا « الفونس الحكيم » الذى اهتم بانشاء أضخم مجموعة فلكية (حوالى سنة ١٢٧٧ م) للعلماء العرب -

تلك المجموعة التي جعلت رحلات الأسبان والبرتغال في المحيط
الأطلنطي متيسرة بفضل الأزياج الفلكية والمعلومات الرياضية
والطب العربي ، وقد عني بترجمة كتاب ابن الهيثم « في هيئة
العالم » الى اللغة القشتالية .

ويأتى بعدهما موسى بن طبون (١٢٤٠ - ١٢٨٣) حيث ترجم
نفس الكتاب وغيره من الكتب ، وكذلك هذا حذوهم « پروفاسيوس »
وأبراهيم الطليطي .

* * *

ومن الذين تأثروا بابن الهيثم في الشرق الاسلامي العالم
الايراني « بهاء الدين الخرقى » الذي توفي عام ١١٣٨م ، تأثر به
في كتابه « منتهى الادراك في تقسيم الأفلاك » رغم أن طابعه المميز
جغرافي رياضي .

ثم يأتى بعده في المرتبة الأولى « كمال الدين الفارسي » الذي
درس ابن الهيثم دراسة وافية في البصريات وألف في ذلك متنه
الكبير « تنقيح المناظر لذوى الأبصار والبصائر » وعن هذا الكتاب
عرفت أوروبا الكثير عن ابن الهيثم ، وعن نظريته بالانعطاف في
الكرة المشقة التي بنيت عليها نظرية قوس قزح نشرها الراهب
الدومينيكي الألماني من فريبورج « تيودوريق » في كتابه بين
عامي ١٣٠٤ - ١٣١١ عن قوس قزح .

فيلسوف أرسططاليسى

فى عصر ابن الهيثم ، كانت هناك نزعتان فى الفلسفة ، احدهما افلاطونية تميل نحو الشك وتأخذ بالتفسير الرياضى دعامة لمعرفة الكون وموجوداته ، والاخرى مشائية تأخذ بالتفسير الطبيعى الذى ارتضاه أرسطو مذهباً له ، ثم ما تلاه من الشراح أمثال الاسكندر الأفروديسى ثم ثامسطيوس .

واستطاع العلماء العرب فى كرتهم العلمية الأولى أن يمتصوا العناصر الدخيلة على الروح اليونانية الخالصة ، ونعنى بها تلك العناصر الشرقية التى مزجت بعناصر يونانية ، كتلك العناصر المترسبة من البابلية والآشورية والساسانية ، فكأنها لم تأخذ اذن شيئاً مما يميز الروح اليونانية الحقيقية ، ويطبّعها بطابعها الوثنى الخالص ، وانما هى استعادت ما أخذته منها الروح اليونانية ، وفى هذا تعليل واضح للنجاح الهائل الذى لقيته الأفلاطونية المحدثّة فى العالم الاسلامى ، وهى التى نبعت من أفلوطين الاسكندرانى .

فأرسطو اليونانى لم تستطع روح الحضارة الاسلامية أن تهضمه ، فاستعانت على هضمه واجتراره بالأفلاطونية المحدثّة ، التى هى مزيج ، نصيب الروح الشرقية فيه اكبر من نصيب الروح اليونانية .

وتفاعلت النزعتان ثم تشابكتا فى خصام حيناً أو فى مهادنة أحياناً ، فكانت هناك الفرق الاسلامية المتنازعة من أشاعرة ومعتزلة وكيسانية وغيرها ، وتنافر المعسكر السنّى مع الفلك والرياضيات ،

فظهر واضحا فى شعر ابن الرومى عند هجائه صاعد وابنه
أبى عيسى حيث يقول :

وثنى بابنه السفية المعنى	بأساطير رسطاطاليس
والذى لم يصح بأذنيه الا	نحو ذو ثوريوس أو واليس
عاقدا طرفه ببهرام أو كيو	ان أو هرمس أو البرجيس
أو بشمس النهار والبدر والز	هرة عند التثليث والتسديس
واجتماعاتهن فى كل قيد	وافتراقاتهن عن كل قيس

وعلى النقيض من ذلك المعسكر الشيعى فى مصر حيث الدولة
الفاطمية التى كانت ترعى الرياضيات والفلكيات ، ويظهر ذلك
واضحا فى شعر أبى على المهندس المصرى الذى كان قيما بعلم
الهندسة ، حيث يقول :

تقسم قلبى فى محبة معشر	بكل فتى منهم هواى منوط
كأن فؤادى مركز وهم له	محيط وأهوائى لديه خطوط

ويقول أيضا :

أوقلیدس العلم الذى يحوى به	ما فى السماء معا وفى الآفاق
تزكو فوائده على انفاقه	يا حبذا زاك على الانفاق
هو سلم وكأنما أشكاله	درج الى العلياء للطراق
ترقى به النفس الشريفة مرتضى	أكرم بذاك المرتقى والراقى

وبينما نجد الغزالى فى حيرة تقلق مضاجعه ، والشك يعصره
فى كتابه المنقذ من الضلال ، نجد ابن الهيثم يمر بذلك الطور من
الشكوك ، ودليلنا فى ذلك ما نقله ابن أبى أصيبعة من خط ابن الهيثم
فى مقالة له قوله :

« انى لم أزل منذ عهد الصبا مرويا فى اعتقادات الناس المختلفة ،
وتمسك كل فرقة منهم بما تعتقده من رأى ، فكنت متشككا فى

جميعه ، موقنا بأن الحق واحد ، وأن الاختلاف فيه انما هو من جهة السلوك اليه .

فلما كملت لادراك الأمور العقلية انقطعت الى طلب معدن الحق .. فخضت لذلك ضروب الآراء والاعتقادات ، وأنواع علوم الديانات فلم ألاحظ من شيء منها بطائل ، ولا عرفت منه للحق منهجا ولا الى الرأي اليقيني مسلكا جددا .

فرايت أننى لا أصل الى الحق الا من آراء يكون عنصرها الأمور الحسية ، وصورتها الأمور العقلية ، فلم أجد ذلك الا فيما قرره أرسطوطاليس ..

فلما تبينت ذلك أفرغت وسعى فى طلب علوم الفسفة ، وهى ثلاثة : علوم رياضية ، وطبيعية ، والهيبة .

وبعد أن عدد مصنفاته قال :

« ثم شفعت جميع ما صنعت من علوم الأوائل برسالة بينت فيها أن جميع الأمور الدنيوية والدينية هى من نتائج العلوم الفلسفية » .

ويقول بعد ذلك :

« فان ثمرة هذه العلوم هى علم الحق والعمل بالعدل فى جميع الأمور الدنيوية ، والعدل هو محض الخير الذى بفعله يفوز ابن العالم الأرضى بنعيم الآخرة السماوى » .

انه يؤمل ويرجو رجاء العالم المتواضع فيقول فى موضع آخر :

« ولعلنا ننتهى بهذا الطريق الى الحق » .

وأى حق هو ؟

« الذى به يثلج الصدر » .

ثم يقول :

« ونصل بالتدرج والتلطف الى الغاية ، التى عندها يقع اليقين ، ونظفر مع النقد والتحفظ بالحقيقة ، التى يزول معها لخلاف تنحسم بها مواد الشبهات » .

ثم يستطرد :

« وما نحن مع جميع ذلك برآء مما هو فى طبيعة الانسان من كدر البشرية ، ولكننا نجتهد بقدر ما هو لنا من القوة الانسانية ، ومن الله نستمد العون فى جميع الأمور » .

الا يتفق هذا القول والرأى القائل بأن المعرفة على وجه عام انما هى بالاضافة وليست على الاطلاق ، وأن العلم انما هو لغة لشرح العالم فهو اذن من صنع عقولنا !

ثم اننا نجد فى بعض ما روى المؤرخون ما يدل على حرص ابن الهيثم على الحق والعدل ، ذكر البيهقى أن أميراً من الأمراء جاء الى ابن الهيثم متعلماً ، فقال له أبو على : أطلب منك للتعليم أجرة هى مائة دينار فى كل شهر ، فبذل ذلك الأمير مطلوبه وما قصر فيه ، وأقام عنده ثلاث سنين ، فلما عزم الأمير على الانصراف قال له أبو على : خذ أموالك بأسرها فلا حاجة لى اليها وأنت أحوج اليها منى عند عودك الى مقر ملكك ومسقط رأسك ، وانى قد جربتكم بهذه الأجرة ، فلما علمت أنه لا خطر ولا موقع للمال عندك فى طالب العلم ، بذلت مجهودى فى تعليمك وارشادك ، وأعلم أن لا أجرة ولا رشوة ولا هدية فى اقامة الخير ، ثم ودعه وانصرف .

ان هذه (١) الواقعة تشعرننا بأن ابن الهيثم فى مبادئه السياسية والأخلاقية ، ينزع الى نوع من الأرستقراطية يجاوز به تقسيم طبقات الناس بحسب ما يصلحون له من الأعمال فى الحياة الاجتماعية الى الاستخفاف بالعامية وازدراءها ، وابن الهيثم يريد

(١) المرحوم الدكتور مصطفى عبد الرازق .

بالعامة الذين يزدریهم من لیس همهم الحق والخیر فهم یؤثرون
على طالب الحق والعدل ، ومن أجل ذلك لم یبذل علمه للأمیر
الا بعد ما وثق من استهانته بالمال فی سبیل طلب المعارف النفسیة
والعمل بالعدل الذی هو محض الخیر .

وأساس الأخلاق عند ابن الهیثم ایثار الحق وطلب العلم ،
والحق لیس هو أن یدرکه اکثر من الناس ، لكن هو أن یدرکه
الفهم الفاضل منهم ، ولذلك یقول ابن الهیثم على ما نقله ابن
أبى أصیبة :

« فکنت ، كما قال جالینوس فی المقالة السابعة من کتابه فی
حيلة البرء یخاطب تلمیذه : لست أعلم کیف تهیأ لی منذ صباى
ان شئت قلت باتفاق عجیب ، وان شئت قلت بالهام من الله ، وان
شئت قلت بالجنون أو کیف شئت أن تنسب ، ذلك انی ازدریت
عوام الناس واستخففت بهم ، ولم ألتفت الیهم ، واشتهیت ایثار
الحق وطلب العلم ، واستقر عندى أنه لیس ینال الناس من الدنیا
شیئا أجود ، ولا أشد قرابة الى الله من هذین الأمرین . »

ولابن الهیثم کلمات ماثورة ذکرها البیهقی تدل على نزعاته
الأخلاقیة منها قوله :

« ابذل لمعارفک معروفک ، وللمستعد علمک ، وحراس عرضک
ودینک . »

ومنها :

« اذا وجدت کلاما حسنا لغيرک فلا تنسبه الى نفسك ،
واکتف باستفادتك منه ، فان الولد یلحق بأبيه ، والكلام بصاحبه ،
وان نسبت الکلام الحسن الذی لغيرک الى نفسك ، نسب غیرک
نقصانه ورذائله الیک »

تلك كانت الأخلاقیات عند ابن الهیثم لن نخوض فیها الى أبعد
من ذلك ، وسنوجه بحثنا الى عنايته بالمنطق الأرسطی عندما کان

يعيش بالعراق وسوريا في المرحلة الأولى من حياته ، على غرار الطابع الرئيسي في فلسفة معاصريه كالفارابي وابن سينا ، أما في المرحلة الثانية من حياته حينما استقر بجوار الجامع الأزهر بالقاهرة فان طابع المدرسة الاسكندرانية كان متغلبا على مناشطه العلمية كطابع التجريب عند ارشميدس وبطليموس القلوذى ، والطابع الرياضى والقياس البرهانى عند أبولونيوس واوقليدس ، وطابع الاستنباط والاستقراء الذى ارتضاه لنفسه منهجا بعد أن زاوجه مع التجريب والقياس ، وهو نفسه قد شعر بذلك اذ وجد أن مقالاته السابقة في علم المناظر لم تعد تشبعه وهى المقالة التى كتبها في عهده الأول بالعراق أو سوريا ، أما كتابه الذى ألفه بالقاهرة في المناظر فانه قد اعتبره قمة في الادراك الصحيح طبقا للنهج الجديد الذى استقر فى عقله ، وهو يقول عن كتابه الأول بالفظه في مقدمة كتابه الأخير في المناظر :

« فمن وقع اليه المقالة التى ذكرناها ، فليعلم أنها مستغنى عنها بحصول المعانى التى فيها في مضمون هذا الكتاب » .

* * *

ورغم أن المنطق الأرسططاليسى غامر معظم مؤلفاته الا أننا نرى أن رسالته « في المكان » تعتبر بروزا واضحا لتأييد هذه الفكرة ، وسوف نناقشها في اقتضاب .

يقول ابن الهيثم في مقدمة رسالته ما يلى :

« قد اختلف أهل النظر المتحققين بالبحث عن حقائق الأمور الموجودة في ماهية المكان ، فقال قوم ان مكان الجسم هو السطح المحيط بالجسم ، وقال قوم آخرون أن مكان الجسم هو الخلاء المتخيل الذى ملأه الجسم ، ولم نجد لأحد من المتقدمين كلاما مستقصى في ماهية المكان ولا دليلا واضحا يفصح عن حقيقة المكان .

ولما كان ذلك كذلك رأينا أن نبحث عن ماهية المكان بحثا مستقصى يظهر به ماهية المكان ، وتنكشف حقيقته ، ويسقط به الخلاف ، ويزول معه الاشتباه .

ان ما يقصده ابن الهيثم هو المفهوم المتواتر عن المكان في الشرق الاسلامى وهو الذى ترسب من عناصر هيلينستية ، هذا المفهوم يتضح فى تعريف ابن سينا للمكان حيث يقول عنه :

« هو السطح الباطن من الجرم الحاوى المماس للسطح الظاهر للجسم المحوى ، ويقال مكان للسطح الأسفل الذى يستقر عليه جسم ثقيل ، ويقال مكان بمعنى ثالث الا أنه غير موجود ، وهى أبعاد مساوية لأبعاد المتمكن تدخل فيه أبعاد المتمكن فان كان يجوز أن يبقى من غير متمكن كانت نفسها هى الخلاء ، وان كان لا يجوز الا أن يشغلها جسم كانت هى أبعاد غير أبعاد الخلاء ، الا أن هذا المعنى من لفظ المكان غير موجود » .

أما مسألة الخلاء فهى شديدة القرب من مسألة المكان ، وكان فيها من قبل لأرسطو رأيان متضادان تمام التضاد : أحدهما يقرر وجود الخلو باعتباره لا بد منه للحركة ، والثانى كان يؤكد فى جزم على سواء أن الخلو لا يوجد فالطبيعة تمقت الفراغ ، وكان انكساغوراسى يدافع عن هذه النظرية الأخيرة ، ويحاول أن يشبثها بتجربة محسوسة ، فكان يفش أوطابا مملوءة بالهواء فى ساعات مائية يشبث بذلك أن ما يظنونه خلوا انما هو مملوء بالهواء .

ويتخذ أرسطو من هذا البرهان أداة لعدم قبول امكان وجود الخلو ، فالخلو فى نظره ليس ضروريا للحركة كما قد يتخيل بل هو لها عقبة كؤود ، وفى الخلود تفقد الأشياء ميولها الطبيعية التى تحملها الى فوق اذا كانت خفيفة والى تحت اذا كانت ثقيلة .

ويطرق ابن الهيثم هذا الموضوع بلباقة فى رسالته السابقة هكذا :

« فنقول ان كل جسم فله شيئان : كل واحد منهما يحتمل أن يسمى مكانا له ، فأحدهما السطح المحيط بالجسم ، أعنى سطح الهواء المحيط بالجسم الذى فى الهواء ، و سطح الماء المحيط بالجسم الذى يكون فى الماء ، و سطح كل جسم فى داخله جسم منفصل عنه ، وهو الذى ذهب اليه احدى الطائفتين المختلفتين .

والمعنى الآخر هو الخلاء المتخيل الذى ملأه الجسم ، فان كل جسم فانه قد انتقل من الموضع الذى هو فيه ، فان السطح المحيط كان به يمكن أن يتخيل خاليا لا جسم فيه ، وأن كان قد ملأه هواء أو ماء أو جسم من الأجسام غير الجسم الذى كان فيه ، وأريد بالموضع أحد الأمكنة التى تقدم ذكرها ، التى كل واحد منها يسمى بالاتفاق مكانا .

والخلاء المتخيل هو الأبعاد المتخيلة التى لا مادة فيها التى بين النقط المتقابلة من السطح المحيط بالخلاء » .

ويستطرد ابن الهيثم قائلا فى سبيل الدفاع عن رأى أرسطو :

« فأما الخلاء المتخيل الذى قد ملأه الجسم ، فان الذى يعترض فيه من الشبه ، هو أن يقال ان الخلاء ليس بموجود فى العالم ، فاذا قيل ان كان الجسم هو الخلاء ، لزم أن يكون مكان الجسم شئ ليس بموجود ، والجسم موجود ، وكل جسم موجود فهو فى مكان ، واذا كان المتمكن موجودا فمكانه موجود ، فيلزم أن يكون الخلاء موجودا ، وهو قول شنيع عند من يقول ان الخلاء ليس بموجود .

فهذه الشبه تنحل بما نصف ، وهو أن يقال فى جواب هذا القول ان الخلاء انما هو أبعاد مجردة من المواد ، فالخلاء المتخيل الذى قد ملأه الجسم هو الأبعاد المتخيلة المساوية لأبعاد الجسم اذا تخيلت مجردة من المادة .

فالخلاء المتخيل الذى قد ملأه الجسم هو أبعاد متخيلة مساوية
لأبعاد الجسم قد انطبقت عليها أبعاد الجسم المتخيلة فى الجسم .

يرى أرسطو أن الدليل الواضح على وجود المكان هو تعاقب
الأجسام التى تتناوب التحيز فى محل واحد بعينه ، ليكن مثلاً
إناء فيه ماء الآن ، أخرج منه الماء فيأتى الهواء يحل محله أى أن
جسماً جديداً يأتى فيأخذ المحل الذى أخلاه الآخر ، يوجد اذن
مكان محل يتميز عن جميع الأشياء التى هى فيه والتى تختلف
إليه ما دام أن الهواء يوجد الآن به حيث كان يوجد الماء من قبل .

ويؤيد ابن الهيثم ذلك فى مثال مشابه ويصل فيه إلى أن
الجسم اذا تغير شكله تغير شكل السطح المحيط به فيقول :

« ومن ذلك أن الماء اذا كان فى قرية كان سطح داخل القرية
مكان الماء ، ثم اذا عصرت القرية فاض الماء من رأس القرية ،
ويكون سطح القرية محيطاً بما بقى من الماء ، ثم كلما عصرت القرية
خرج الماء ، وكان سطح القرية محيطاً بما بقى من الماء ، ثم كلما
عصرت القرية خرج الماء ، وكان سطح القرية محيطاً بما بقى ،
فيكون الجسم يتناقص دائماً ، ومكان كل ما بقى منه هو مكانه
الأول ، ويلزم من ذلك أن يكون المكان الواحد الذى هو سطح داخل
القرية مكاناً لأجسام مختلفة المقادير متباينة الاختلاف ، وسطح
القرية تارة محيط بأعظمها ، وتارة محيط بأصغرها ، وتارة محيط
بأوسطها ، وهذه شناعة شنيعة » .

وتعريف المكان بالسطح المحيط بالجسم ، والحد الأول
للامتحرك للحاوى هو تعريف الحيز وليس هو التعريف الخاص
للمكان ، ويقول ابن الهيثم فى هذا الصدد :

« ويلزم من جميع ذلك أن يكون الجسم الواحد له أمكنة
كثيرة مختلفة المقادير ، ومقدار الجسم لم يتغير ، وذلك الجسم

المنفعل كالشمع والرصاص والماء ، وكل جسم سيال قد يتشكل بأشكال مختلفة من غير أن يزيد فيه ولا ينقص منه شيء ، وذلك أن الشمع وما جرى مجراه إذا كان على شكل مكعب ، كان سطحه المحيط به هو مكانه ، ثم إذا جعل ذلك الجسم بعينه كريا كان مكانه هو السطح الكرى المحيط ، والسطح الكرى هو أبدا أصغر من مجموع سطوح المكعب إذا كان جسم الكرة مساويا لجسم المكعب » .

ويرى أرسطو أن كل الدلائل تتضافر على إثبات أن المكان موجود كشيء فعلى بصرف النظر عن الأجسام التى يحويها ، وأنه بالتبع كل جسم محسوس هو فى المكان ، من أجل ذلك يظهر أن الشاعر « هيزيود » كان على حق حين جعل العماء قبل كل الأشياء اذ يقول :

قبل سائر الباقي قد كان العماء ، ثم الأرض ذات الصدر الفسيح .

أى أن الشاعر يفترض أنه قبل ظهور الأجسام كان يوجد مكان يستطيع أن يقبلها ، وفيه تجد محلها ، وهذا المكان هو ضرورة متقدم على كل ما هو غيره ، وبالتبع فالمكان الذى كان يوجد قبل الأشياء لا يزال موجودا بعدها ، ولا يفسد حين تفسد الأشياء التى هو يشتمل عليها .

ومن وجهات نظر أخرى يمكن أن توضع مسائل محيرة على المكان ، كيف يمكن أن يكون المكان علة بالنسبة للأشياء ؟ إلى أى نوع من العلة يمكن رده ؟ فهو لا يمكن اعتباره كمادة للموجودات ما دام ليس واحد من الموجودات مركبا من مكان ، كذلك ليس هو الصورة والماهية للأشياء ، وليس كذلك غايتها ، وليس محركها .

وثمة اعتراض آخر : إذا كان المكان هو مادة الأشياء وصورتهما فحينئذ هو يندمج فيها ، ويكون فى الشيء نفسه لا خارجا عنه

بعد ، وبالنتيجة يكون المكان فى المكان ، ما دام أن جسما هو دائما وبالضرورة فى حيز لأن الصورة والهيولى يتحركان ويتغيران بالمكان مع الشئ لأنهما لا يبقيان بعده فى الحيز بعينه بل يذهبان الى حيث يذهب ، وحينئذ يلزم مكان للمكان ، حيز للحيز ، وهذا سخف .

على هذا فالمكان الذى ليس هو جسما ولا علة يكاد يكون موجودا ، لأنه اذا كان موجودا فسيتساءل المرء مع الفيلسوف الأغريقى « زينون » أين حيز المكان ؟ ما دام أن كل موجود هو بالضرورة فى حيز ، فسيكون اذن مكان لمكان وهلم جرا الى ما لا نهاية .

كل هذه الاعتراضات يجيب عنها ابن الهيثم فى تعريف مانع شامل « مكان الجسم هو أبعاد الجسم » ويرد على اعتراضات « زينون » على الحيز قائلا :

« فان قيل أن الخلاء هو جسم والجسم المتمكن فى المكان هو جسم ، وليس يجوز أن يداخل الجسم جسما آخر ، ويصير جسما واحدا .

فالجواب أن الجسم لا يداخل الجسم اذا كان واحد منهما ذا مادة ، وكان فى المادة مدافعة وممانعة فيمنع كل واحد منهما الآخر أن يصير فى مكانه وهو ثابت فى مكانه ، والخلاء ليس بذى مادة ولا فيه مدافعة ، وانما الخلاء هو أبعاد فقط متهيئة لقبول المواد .

والجسم الطبيعى هو المادة التى هى الأبعاد المتخيلة متهيئة لقبولها مع الأبعاد ، وكل الأبعاد فهى متهيئة لقبول كل مادة ، وكل بعد فليس فيه مانع يمنع من أن تنطبق عليه ، فليس يمتنع أن ينطبق أبعاد الجسم الطبيعى الذى الخلاء متهيء لقبوله على أبعاد الخلاء ، التى هى أطوال لا عروض لها ولا مدافعة فيها . واذ ذلك كذلك

فقد بطل القول بأن الجسم الطبيعي لا يداخل الخلاء لأنهما جسمان ،
واذ قد تبين جميع ما بيناه فمكان الجسم هو أبعاد الجسم التي
إذا جردت في التخيل ، كانت خلاء لا مادة فيه مساويا لجسم
شبيه بشكل الجسم ، وذلك ما أردنا بيانه في هذه المقالة » .

بقيت ملاحظة أخيرة ، حيث يتفق ابن الهيثم مع أرسطو في
أن الرياضيات مع كونها مجردات تثبت أيضا وجود المكان لأنه ،
ولو أن الموجودات التي تشغل بها بما هي عقلية محضة ليس لها
حيز ، ولا يمكن أن يكون لها حيز ، إلا أنها مع ذلك لها وضع
بالنسبة لنا والذهن يميزها بأن يضعها على اليمين أو على الشمال
حسب الحاجة ، على هذا فالذهن يحلها كما أن الطبيعة نفسها
تحل العناصر .

وابن الهيثم يؤمن بأن الضوء شيء له وجود في ذاته وله حركة
نقلة من مكان الى مكان ، وتلك الحركة تقتضي زمانا ، بل وأن
تلك الحركة كمية موجهة في الذهن وفي الحقيقة ، وقوانين
الانعكاس والانكسار شواهد اثبات على ذلك .

ويختلف ابن الهيثم مع أرسطو في أنية الضوء ، فأرسطو يقول
بأن الضوء يتحرك لا في زمان ، بينما يؤكد ابن الهيثم بأن الضوء
يتحرك في زمان ، ورأى أرسطو صريح في ذلك الصدد ففي
مخطوطه (١) « في أن الضوء ليس بجسم » يقول بلفظه :

« قال أصح ما انتهى إلينا من قول الأوائل في الضياء حجج
أرسطو ، فما احتج به في كتاب النفس وغيره على ذلك أنه قال كل
جسم اذا تحرك فانما حركته في زمان ، والضياء يتحرك لا في زمان ،
فليس بجسم ، وذلك أنه مع طلوع الشمس يضيء الأفق كله معا ،
وليس يضيء جزء منه بعد جزء ، فيكون متحركا لا في زمان لأن

(١) مخطوط بدار الكتب وهو من كلام جمعه حنين بن اسحاق من كلام

أرسطو طاليس (٢٨٣٥ و) .

الزمان يتجزأ بالقبل والبعد ، ويتجزأ ما كان فيه من الحركات متجزئة » .

ويستند أرسطو في برهانه على قضية المكان فيقول :

« ان كان ضياء الشمس جسما ، فلا يخلو اذا سلك في الهواء وأنار به ، من احدى ثلاث خلال : اما أن يجاور الهواء أو يداخله أو يكون محمولا فيه .

فان كان مجاورا له فمكانه غير مكانه ، فهذا شأن الأجسام المتجاورة ، فيكون المكان الذى يحل فيه الضياء مضيئا ، والمكان الذى يحل فيه الهواء غير مضيء ، والحس يبطل هذا ، لأننا نجد الهواء اذا أشرقت الشمس عليه مضيئا كله .

وان كان مداخل له لزم أن يحلا فى مكان أحدهما ، ولو جاز هذا فى جسمين . جاز فى ثلاثة وأربعة ، وفى أجسام العالم كلها ، حتى يكون العالم كله مداخلا لبهائه ، وهذا محال . فلم يبق الا أن يكون محمولا فيه والمحمول فى الجسم عرض ، فالضياء عرض » .

يرى أرسطو ، ورأيه حاسم فى هذا الموضوع ، أن الضوء ليس بجسم ، ولم يوضح لنا ماهية هذا الضوء ، فرأيه سلبى غير ايجابى ، وتحايل ابن الهيثم فلم يبت برأى صريح فى هذه الماهية سوى أنه قال بأن الضوء شئ له وجود فى ذاته ، ولكن ما هو كنه هذا الوجود ، انه مثله بنموذج الكرات الصلدة التى يسقطها من عل فوق ألواح من الفولاذ صقيلة ، نموذج ميكانيكى لا أقل ولا أكثر ، لأنه خشى الولوج فى قضية المكان المتشابكة هذه ، ومنطق أرسطو قوى الحجة حيث يعيد القول :

« ان المكان له قوة أثرها بين الأشياء الطبيعية ، ولذلك يوجد لكل جسم مكان خاص به ، يطلبه بطبيعته ، فالمكان أحد الأسباب

المتقدمة فى معرفة طبيعة الشئ اذا كانت الأجسام المستقيمة الحركة :

والتي حركتها على الاستدارة لها أمكنة طبيعية ، وكان العلو مكان النار ، والهواء والوسط مكان الأجسام التي يغلب على تركيبها الأرض أو الماء ، والموضع المحيط بالوسط للأجسام المستديرة الحركة .

وكانت هذه الأمكنة الثلاثة هى الأمكنة الطبيعية ، وكان محال أن يوجد جسم ليس له مكان خاص به ، وذلك أنه لما يكن للجسم الأول حركة طبيعية خاصة به ، وجب أن يكون له مكان طبيعى خاص به .

فيجب من هذه المقدمات أن يكون الضياء ليس بجسم ، وذلك أنه ليس شئ من هذه الأمكنة ، أعنى العلو والوسط ، والوسط أخص بالضياء من غيره لأنه يوجد فيها كلها ولا يطلب منها شئ اذا فارقه .

يتضح من ذلك أن قضية المكان قد تفرعت منها قضية ماهية الضوء ، فأرسطو يرى أن الضوء ليس بجسم ، لأن الجسم لابد له من حيز ، ومحال أن يتداخل جسم الضوء مع جسم الهواء أو الأجسام التي تعترضه فينيرها .

وابن الهيثم يرى أن الضوء موجود فله كيان بذاته ، وفلاسفة الضوء من الأوربيين فى عصر النهضة قالوا غير ذلك ، اذ استغل « نيوتن » فكرة ابن الهيثم الميكانيكية فقال بنظرية الجسيمات .

ورأى « هيجنز » العالم الهولندى خلاف ذلك ، فقال ان الضوء ما هو الا موجات متعاقبة ، كما رأى بعث فكرة الأثير ، تلك المادة النطيفة التي تساعد على انتشار موجات الضوء التي تحدث فيه ثم تنتقل من مكان الى مكان ، على غرار موجات الماء ، وسنوضح ذلك فى مكان آخر بالتفصيل .

فقضية المكان اذن قضية متشعبة الأطراف فى الطبيعيات
أحدثت قلقا فى الفكر ، فتفرعت منها قضايا أخرى مثل ضوء
النار حيث يقول أرسطو فى نفس المخطوط :

« ان كان ضوء النار جسما ، فلا بد أن يكون اما نارا ، واما
جسما منبعثا من النار ، ولا يجوز أن يكون ضوء النار نارا ، لأن
النار تحرق والضوء لا يحرق ، لأن الضوء يوجد فى الماء ، والماء
لا تمنعه من أن يبرد ويرطب ، وهو ضد النار ، والأضداد اذا
تلاقت تفسدت ، والضوء والماء اذا اجتمعا لم يتفاسدا ، فالضوء
ليس بنار .

وأىضا فنجد ضوء النار واقعا على القطن والصوف والأشياء
التي من شأن النار أن تلهب فيها ، فلو كان ضوء النار نارا لكان
محرقا ملهبا لهذه الأشياء ، ولو كان جسما منبعثا من النار لم
يتمكن أن يوجد بعد انطفاء النار ، لأن الأجسام قائمة بأنفسها ،
ومنفردة بذواتها ، والحس يبطل هذا ، لآنا نجد ضوء النار يزول
بزوالها فليس بجسم » .

ولابن الهيثم شروح كثيرة على الأضواء الصادرة من فتيلة
محترقة أو شمعة أو ما شابه ذلك ، ومقارنتها بالأضواء الصادرة
من الشمس أو الكواكب ، نرجى الخوض فى موضوعها لمكان آخر
سيأتى بعد .

الفلكى

فى صدر الدولة العباسية ، اعتمد علماء العرب فى الفلكيات على رافدين أحدهما هندى يتمثل فى كتاب السندهند ، وهو كتاب فى علم الهيئة بنى على طريقة الهنادكة فى عمل الأزياج أى الجداول الفلكية ، والآخر اسكندرانى يتمثل فى المجسطى لمؤلفه بطليموس القلوذى الذى عاش فى الاسكندرية فى القرن الثانى الميلادى وعمل أرصادا فلكية من عام ١٢٥ - ١٤١ م ، والعرب هم الذين أطلقوا عليه هذا الاسم وهو مشتق من كلمة "Majestos"

ويضم الكتاب الأخير صفوة العلوم الفلكية عند اليونان والمصريين القدماء ، والعلم الرياضى ، بالإضافة الى أرصاد بطليموس نفسه ومن سبقوه أمثال ايبرخس ، وأصبح المجسطى الحجة الأولى فى هذا المجال كما كان كتاب الأدوية المفردة لجالينوس حجة فى الطب ، ولم يستطع أحد من العلماء أن يطعن فى النظام البطليموسى الذى استقر نهائيا فى الأذهان ، وتمخضت الجهود فى المحاولة للتوفيق بين نظام بطليموس ونظرياته وبين نتائج الأرصاد التى قام بها علماء أمثال الفرغانى والبوزجاني والنظام الأعرج النيسابورى .

درس ابن الهيثم كتاب المجسطى دراسة عميقة ، بل كان مصدر رزقه كما روى القفطى عن « يوسف الفاسى الاسرائيلى الحكيم » كما رواه أيضا ابن أبى أصيبعة عن « علم الدين قيصر المهندس » وكان من معاصرى ابن الهيثم ، قالوا أن مورد رزق

ابن الهيثم في أيامه الأخيرة بجوار الجامع الأزهر كتابين أو ثلاثة كتب رياضية ، منها كتاب الأصول لأوقليدس وكتاب المجسطى لبطليموس ، كان ينسخها كل عام فيأتيه من أقاصى البلاد من يشتريها منه بثمن معلوم ، لا مساومة فيه ولا معاودة ، وكان ثمنها يكفيه مؤونة العام .

وكانت نتيجة دراسة ابن الهيثم لكتاب المجسطى تأليفه « مقالة في الشكوك على بطليموس » وهى مخطوط موجود بمكتبة بلدية محافظة الاسكندرية للآن جاء فيه بلفظه : « ولما نظرنا في كتب الرجل المشهور بالفضيلة ، المتفنن فى العلوم الرياضية ، المشار اليه فى العلوم الحقيقية ، أعنى بطليموس القلوذى ، وجدنا فيها علوما كثيرة ، ومعانى غزيرة كثيرة الفوائد عظيمة المنافع ، ولما خصمناها وميزناها ، وتحرينا انصافه وانصاف الحق منه ، وجدنا فيها مواضع مشبهة ، وألفاظا بشعة ، ومعانى متناقضة ، الا أنها يسيرة فى جنب ما أصاب فيه من المعانى الصحيحة .

ورأينا أن فى الامساك عنها هضما للحق ، وتعديا عليه ، وظلما لمن ينظر بعدنا فى كتبه فى سترنا ذلك عنه ، او وجدنا أولى الأمور ذكر هذه المواضع واطهارها ، ثم نجتهد بعد ذلك فى سد خللها ، وتصحيح معانيها بكل وجه يمكن أن يؤدي الى حقايقها .

ولسنا نذكر فى هذه المقالة جميع الشكوك التى فى كتبه ، وانما نذكر المواضع المتناقضة ، والأغلاط التى لا يقول فيها فقط ، يعنى متى لم يخرج لها وجوه صحيحة ، وهيئات مطردة انتقصت المعانى التى قرررها وحركات الكواكب التى حصلها » .

وكتاب المجسطى الذى يمحسه ابن الهيثم يحتوى على ثلاث عشرة مقالة ومائة واحد وأربعين فصلا ، ومائة ستة وتسعين شكلا ، على ما فى النسخة التى نقلها اسحاق بن حنين ، وأصلحها ثابت بن قرة .

والمقالة الأولى بها أربعة عشر فصلا وستة عشر شكلا ، وهى تطرق مواضيع كثيرة ، فى أن السماء كرية وحركتها مستديرة ، وفى أن الأرض كرية فى الحس بالقياس الى الكل ، وفى أن الأرض وفى وسط السماء كالمركز فى الكرة ، وفى أن الأرض كالنقطة عند فلك البروج ، وفى أن الأرض ليس لها حركة انتقال ، وفى أن أصناف الحركات الأول للسماء اثنان ثم يلى ذلك مواضيع أخرى فى العلوم الجزئية والرياضيات .

وفى المقالة الثانية ثلاثة عشر فصلا وخمسة وعشرون شكلا : منها : فى معرفة سعة المشرق من مقدار النهار الأطول أو الأقصر .. الخ .

وفى المقالة الثالثة عشرة فصول وعشرون شكلا منها : فى مقدار زمان السنة ، وفى حساب التقويم الشمسى .

ويلى ذلك بقية المقالات التى تطرق مواضيع كثيرة مثل : فى تعيين الأرصاد التى منها تعرف أمور القمر الكلية ، وفى تصحيح حركتى الطول والعرض ، وفى صيغة آلة تقاس بها الكواكب ، وفى حساب تقويم القمر طولا وعرضا ، وفى عمل آلة لرصد اختلاف المنظر ، وفى تحصيل أبعاد القمر ، وفى مقادير أجرام النيرين والأرض .. الخ .

ولا يستطيع كتابنا هذا أن يسرد جميع هذه المواضيع التى تأخذ من وقت القارئ الكثير ، وانما سردنا بعضها منها على سبيل المثال لا الحصر .

ومثل من أمثلة دراسة ابن الهيثم ما يقوله بلفظه :

« وأما كتابه الموسوم بالمجسطى فانا وجدناه ذكر فى الفصل الثالث من المقالة الأولى منه ، فهو « فى أن السماء كرية » أن الشمس انما ترى فى الآفاق أعظم منها اذا كانت فى وسط السماء ، لأن بخارا رطبا هو الذى يحيط بالأرض يصد فيما بين البصر

وبينها ، فترى كذلك ، كما أن ما يلقى في الماء يرى أعظم ، وكلما رسب كان أزيد في عظمه .

يشير الى أن البخار الرطب هو في الآفاق ، وليس في وسط السماء ، ولذلك ترى الشمس في الآفاق أعظم .

وهو يقول (أى بطليموس) في المقالة الخامسة من كتابه في المناظر أن جسم السماء ألطف من جسم الهواء يعنى أشد شفيفا ، وبين في آخر هذه المقالة أن المبصر اذا كان في جسم أغلظ ، وكان البصر في جسم ألطف ، فان المبصر يرى أصغر مما يرى على استقامته .

وبين من كلامه في هذه المقالة في الزجاج والهواء والماء ، أن الجسم الذى على البصر كلما ازداد غلظة ازداد الشعاع انعطافا على العمود الذى في الجسم الألف ، أشد اجتماعا وأضيق زاوية ، فيلزم من ذلك أن يكون الهواء كلما ازداد غلظا ازداد المبصر الذى في السماء صفرا في الزاوية .

وهذان المعنيان متناقضان ، وذلك أنه اذا كان البخار الرطب في الآفاق ، فليس هو في وسط السماء ، كان البخار أغلظ من بقية الهواء ، والسماء ألطف من الهواء فيجب أن ترى الشمس في الآفاق أصغر مما ترى في وسط السماء ، لأن البخار الذى في الآفاق أغلظ من الهواء الذى في وسط السماء ، والسماء هي واحدة بعينها في كل موضع والوجود بخلاف ذلك » .

هذا هو موضع التناقض الذى اعترض عليه ابن الهيثم على رأى بطليموس ، ولكن من الواضح أنه اذا كان ابن الهيثم يريد بالأبخرة الغليظة بخار الماء ، فبخار الماء من حيث الشفيف ألطف من الهواء لا أغلظ ، وان كان التفاوت بينهما صغيرا يصح اغفاله ، واذا كان يريد بالأبخرة الغليظة ما هو من قبيل السحب أو الضباب أو البلورات الثلجية ، فليس الحال فيها حال الجسم

المشف المتصل المتجانس الأجزاء الذى ينعطف الضوء عند نفوذه فيها على المنوال المقصود فيما نحن بصدده .

ومن جهة أخرى فقد وضح ابن الهيثم فى مخطوطه « كتاب المناظر » أن انعطاف الضوء الوارد من الكواكب فى الطبقة الهوائية المحيطة بالكرة الأرضية يترتب عليه بوجه عام ادراك الأبعاد التى بين الكواكب ، أو اعظام الكواكب نفسها ، أصغر مما هى عليه فى الواقع ، وهو فى ختام بحوثه عما يترتب على الانعطاف من الخطأ فى ادراك هذه الأمور يشير أيضا الى أن انعطاف الضوء النافذ خلال طبقة من بخار غليظ أو هواء غليظ ، قد يعرض وجودها فى الجو كثيرا أو قليلا ، يترتب عليه هو أيضا خطأ فى ادراك (١) العظم .

وهو يرى أن مثل هذه الأبخرة الغليظة كثيرا ما توجد عند الأفق دون أن تتصل الى وسط السماء ، ولذلك فإن التفاوت فى العظم حالة كون الكوكب أو البعد بين الكوكبين عند الأفق أو قريبا منه ، وهذه الأبخرة موجودة ، وحالة كونه فى وسط السماء وهذه الأبخرة ليست موجودة ، يظهر واضحا للحس .

فاذا فرضنا وجود مثل هذه الأبخرة الغليظة بالقرب من الأفق ، فضوء الكواكب وهى بالقرب من الأفق لا يعانى الانعطاف الذى روعى من جسم السماء الألف الى طبقة الهواء الأغظ فحسب ، بل يعانى أيضا عند نفوذه خلال هذه الأبخرة الغليظة انعطافا من الهواء الألف الى البخار الأغظ ، ثم انعطافا آخر من البخار الأغظ الى الهواء الألف قبل وصوله الى البصر .

وابن الهيثم يرى أن الانعطاف فى مثل هذه الأبخرة الغليظة يؤدى الى خطأ فى ادراك العظم هو ادراكه أعظم من حقيقته .

(١) مصطفى نظيف (الحسن بن الهيثم - بحوثه وكشوفه البصرية)

وكما بين كمال الدين الفارسي الشارح الأكبر لبحوث ابن الهيثم ، في تعليقه على هذا الأمر ، اذا فرضنا مثلا أن طبقة البخار الغليظ المتوهم ، محدودة بسطحين في حكم المتوازيين ، فمن السهل بيان أن الانعطاف من الهواء الى البخار الغليظ ، ثم من البخار الغليظ الى الهواء مرة أخرى ، يؤدي الى ادراك المبصر أعظم مما هو عليه في الواقع ، ولا يتطلب هذا البيان من المعاني والأصول شيئا جديدا لم تتضمنه بحوث ابن الهيثم السابقة .

واذا كان الأمر كذلك وقع التفاوت في الاختلاف بين عظم المبصر ، وهو يرى على الأفق أو قريبا منه ، وهذه العلة موجودة ، وبين عظمه هو نفسه وهو يرى في وسط السماء وهذه العلة قد زالت .

وابن الهيثم لم يتوسع في شرح ما يحدث من التأثير اذا أبصر مبصر في الهواء خلال طبقة مشعة أغلظ من الهواء (كلوح سميك من الزجاج) تحول بينه وبين البصر ، ولكنه ألم في أقواله التي أوردها في هذا الصدد بالفكرة الأساسية التي فحواها باصطلاحنا الحديث ، أن الصورة التي تحدث بالانعطاف الأول من الألف الى الأغلظ تعد بمنزلة مبصر في الأغلظ تحدث له صورة بانعطاف ثان من الأغلظ الى الألف .

وهو في بيان ما يريد يقول « وذلك أن الموضع من مقعر السماء الذي ينعطف منه صورة الكوكب الى البصر تحصل فيه صورة الكوكب وتمتد منه الصورة من ذلك الموضع الى البصر على خطوط مستقيمة اذا لم يكن في الأفق بخار غليظ ، فاذا كان في الأفق بخار غليظ امتدت هذه الصورة الى سطح البخار الغليظ الذي يلي السماء ، فتحصل صورة الكوكب في سطح البخار الذي يلي السماء ، فيدرك البصر هذه الصورة كما يدرك المبصرات التي تكون في البخار ، وهو أن تمتد هذه الصورة في البخار الغليظ على خطوط مستقيمة ، ثم تنعطف عند البخار الذي يلي البصر ،

ويكون انعطافها الى خلاف جهة العمود القائم على سطح البخار الذى هو سطح مستو ، لأن الهواء الذى يلى البصر ألطف من البخار الغليظ ، فيلزم من ذلك أن ترى الصورة أعظم مما كانت ترى على استقامة ، وهذا المعنى قد تبين فى الشكل الأول من هذا الفصل وهو اذا كان الجسم الألف يلى البصر ، وكان الجسم الأغظ يلى المبصر ، وكان سطح الجسم الأغظ مسطحا ، فتكون الصورة التى تحصل فى سطح البخار الذى يلى السماء هى المبصر والجسم الذى فيه هذه الصور هو البخار الغليظ ، والهواء الذى فيه البصر ألطف من البخار الغليظ » .

وابن الهيثم يعد وجود مثل هذه الطبقة الغليظة علة « عارضة » يترتب عليها ادراك المبصر فى السماء وهو عند الأفق أو قريبا منه أعظم من حقيقته ، ويميز بينها وبين العلة الأخرى التى سبق بيانها فى أغلاط البصر ، وهى التى يتسبب عنها ادراك المبصر فى السماء وهو عند الأفق أو قريبا منه ، أعظم منه وهو فى وسط السماء ، ويسمىها العلة « اللازمة الدائمة » اذ لا ارتباط لها بوجود مثل هذه الأبخرة الغليظة المتوهمة ، بل ولا ارتباط لها بالانعطاف البتة .

فان كانت الكواكب والأجرام السماوية تدرك وهى عند الأفق أو قريبا منه أعظم مما هى فى وسط السماء أو بالقرب منه بسبب العلة الدائمة التى سبق بيانها ، فانه « اذا عرض فى الآفاق بخار غليظ » وجدت علة أخرى هى هذه العلة العارضة ، وينجم عنها ادراك المبصر وهو عند الأفق أعظم من حقيقته ، فيترتب على اجتماع العاتين أن يزيد العظم زيادة تجعله أبين وأكثر للبصر .

تلك هى نظرية ابن الهيثم وتتوقف صحتها على كون تلك الأبخرة الغليظة هى صنو للضباب أو السحب أو بلورات الصقيع الرشية .

وفي مخطوط المقالة السابقة من المناظر ، يدرس ابن الهيثم موضوعا آخر عن أثر الانعطاف في أبعاد الكواكب ومقاديرها ، ويقول في هذا الصدد :

« وهذا المعنى (أى الغلط في ادراك العظم) يظهر في الأبعاد التى فيما بين الكواكب ظهورا أكبر مما يظهر فى أعظام الكواكب أنفسها ، لأن مقدار الكواكب فى رأى العين مقدار صغير ، فالتفاوت فى اختلاف مقادير مقدار بعد ما بين الكوكبين ، بين كون الكوكبين فى الأفق وبين كونهما فى وسط السماء ، اختلاف متفاوت وظاهر للحس ظهورا بينا ، وخاصة الأبعاد المعترضة » .

لذلك تدور بحوثه حول بيان التفاوت التى يظهر فى البعد بين نقطتين (١) .

فاذا فرضنا أنهما كوكبان فى السماء كان القول منصبا على البعد بينهما ، وان فرضنا أنهما طرفا قطر من أقطار كوكب من الكواكب ، التى يدرك البصر لها عظما ، كالكواكب السيارة ، أو كالنيرين الشمس والقمر ، كان القول منصبا على عظم الكوكب فى اتجاه القطر .

ففى هذه البحوث يفرض ابن الهيثم خطا مبصرا محدودا بنقطتين ، ويتناول شرح كيفية ادراك البصر لهذا المبصر ، وهو فى ثلاثة أوضاع ، أولها عند ما يكون الخط المبصر عند السميت ، وثانيهما عند ما يكون الخط المبصر يوازى الأفق وعلى الأفق أو بالقرب منه ، وثالثها عند ما يكون الخط المبصر منتصبا فى السماء فى مستوى من المستويات المارة بالسميت .

(١) مصطفى نظيف .

ولابن الهيثم مؤلفات أخرى في الفلكيات يبلغ عددها ٢٤ رسالة منها ما هو مفقود ومنها ما هو موزع في مكتبات العالم ، ولقد درس الدكتور محمد رضا مدور مدير مرصد حاوان السابق ، والحائز على جائزة الدولة التقديرية عام ١٩٦٨ رسالته عن ارتفاع القطب الذى هو عبارة عن عرض المكان ، وهو موضوع له أهميته الكبيرة فى أعمال المساحة والملاحة البحرية ، فيقول :

« ان ارتفاع القطب على وجه التحقيق يتطلب استنباط طريقة للرصد والحساب خالية من الأخطاء بقدر المستطاع ، ولقد تم لابن الهيثم النجاح فى ايجاد هذه الطريقة » . وتتلخص الطريقة فى رصد الزمن الذى يستغرقه الكوكب للوصول من ارتفاع شرقى قريب من خط نصف النهار الى ارتفاع غربى متساو ، ومعرفة قيمة الارتفاع الشرقى أو الغربى وارتفاع الكوكب عند مروره بخط نصف النهار .

والأجهزة الفلكية التى استخدمها ابن الهيثم فى سبيل تحقيق هذه الأرصاد هى :

البنكام أو الساعة المائية لتعيين الزمن ، وآلة الاسطرلاب لرصد الارتفاع عند الأفق ، ولقد بين ابن الهيثم بوضوح كيفية أخذ الأرصاد المذكورة ، ثم هو يطبق القانون الخاص بعلاقة الارتفاعات المذكورة ، والزمن الذى يستغرقه الكوكب فى الحالة الأولى التى يمر فيها الكوكب بسمت الرأس أو عند عبوره قريبا منها ، وفى الحالة الثانية عند ما يكون عبوره على نقطة من خط نصف النهار تختلف عن سمت الرأس يؤيد ابن الهيثم بالبرهان الهندسى الدقيق كبقية الحصول على هذه العلاقات ، برهانا تبرز فيه ملامح عالم متمكن فى الرياضيات .

ويبين ابن الهيثم أن تأثير الانعطاف على أرصاد الكواكب عند قربها من سمت الرأس يكاد يكون معدوما ، وعليه فان الأخطاء

الناشئة من تعيين الارتفاع بواسطة الأجهزة المستعملة تخلو من هذا العامل ، كما تخلو أيضا من عامل زاوية اختلاف المنظر ، نظرا لأن بعد الكوكب عن الأرض بالنسبة الى نصف قطر الأرض كبير جدا .

وبناء على ذلك تمكن ابن الهيثم من تعيين ارتفاع القطب أو عرض المكان على وجه التحقيق ، وهذه الطريقة هي الأكثر استعمالا حتى وقتنا هذا ، وان كانت الأجهزة المستخدمة حاليا قد تنوعت وتطورت فاختلفت عن الأجهزة القديمة البدائية التي استخدمها ابن الهيثم بدقة فأوصلته الى أرصاد صحيحة خالية من الأخطاء .

وللدكتور مدور بحث آخر في رسالة ابن الهيثم « هيئة العالم » نقلا عن مقال للأستاذ فيدمان وفيها يوضح كيف استطاع ابن الهيثم ابتكار تغييرات جديدة على النظام البطليموسى فى الفلك، وان كان لم يمس الفكرة الأساسية لهذا النظام وهو وجود الأرض فى مركز العالم ، بينما تدور الشمس والكواكب حولها ، كل فى فلك يسبحون !

وفيما مضى كان القدماء يعتبرون أن الشمس والقمر والكواكب الخمسة كعطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل ، كانها ثابتة على كرات مجسمة تدور من حول الأرض ، وتتولد من دورانها موسيقى سماوية ، ثم أدخل بطليموس النظام الكونى المعروف باسمه ، وهو يقضى بأن يتحرك كل كوكب من الكواكب المعروفة على دائرة صغيرة يتحرك مركزها على دائرة كبيرة يتفق مركزها مع مركز العالم ، فحركة الشمس مثلا انما هى محصلة لحركات دائرية ، وكأنها عرى متداخلة ، انها عجل يدور فوق عجل كدود على عود دائرى .

وافترض بطليموس أن لكل كوكب مدارا دائريا يقال له « فلك الكوكب الدائر » ولم يكن الكوكب يتحرك فى هذا الفلك ، بل على

محيط دائره أصغر يقال لها « فلك التدوير » مركزها يتحرك على الفلك الدائر ، وبذلك تتركب حركة الكوكب الفعلية من حركتين دائريتين منتظمتين . حركة الفلك الدائر ، وحركة الكوكب بالنسبة له ، وتصور بطليموس كل فلك دائر محمولا على سطح كرة بلورية تامة الشفافية ، وأن كل هذه الكرات تدور مرة في اليوم ، حول محور مار بقطبي السماء ، أما النجوم الثابتة فكانت معلقة في كرة بلورية خارجية ، تدور مثل الكرات الأخرى .

استحدث ابن الهيثم نسقا جديدا على هذا النظام فجسم الأفلاك ، وجعل كل كوكب يدور على كرة فلكية يبعد مركزها عن مركز العالم بمقدار بسيط ، بحيث يتفق التقويم تقريبا مع الأرصاد ، ثم يشرح في الجزء الثاني هيئة العالم والحركة بصفة عامة .

والعالم في نظره يتألف من أجسام خفيفة وأجسام ثقيلة وأجسام ليست ثقيلة وأجسام ليست خفيفة أو ثقيلة ، فالأرض من الأجسام الثقيلة ، ويحيط بها الماء على شكل غلاف كروي ، أما الأجسام الخفيفة فهي الهواء والنار وحركتها فوقانية ، والأجسام التي ليست خفيفة أو ثقيلة هي الأجسام السماوية الوهمية التي تؤلف في مجموعها كرة سماوية وعليها النجوم بصورها .

وهذه الكرة تدور دورة سريعة من الشرق نحو الغرب في يوم وليلة ، والسطح الخارجى لكرة السماء هو الحد النهائى للعالم ، حيث أن الفضاء بعده ليس بخلاء ولا ملاء ، وعليه يكون العالم محدودا ولكن لا نهاية له ، ثم هو يبين أن الأجسام الطبيعية تؤدي حركة واحدة فقط ، وأن هذه الحركة منتظمة لا عجلة لها ، وأن الأجسام السماوية لا تقع تحت أى تأثير آخر .

هذا نسق استحدثه ابن الهيثم لكى يبسط سير الكواكب فتنتظم جميعا على منوال واحد ، وسار هذا النسق حتى القرن

السادس عشر حتى قلبه كوبرنيق فجعل الشمس في مركز العالم والأرض والكواكب الأخرى تدور من حولها في مدارات اهليلجية طبقا لارهاصات عالم سمرقند الكبير جمشيد غياث الدين الكاشي في القرن الخامس عشر .

لقد جعل ابن الهيثم الحد النهائي للعالم كرة السماء كما كان الاعتقاد سائدا وقتئذ ، غير أن الآراء الحديثة المبنية على الأرصاد الفلكية بواسطة المناظير الكبيرة ، توضح أن ما وراء كرة السماء هذه قضاء يكاد يكون فارغا ، غير أنه على أبعاد شاسعة يقطعها الضوء في آلاف أو مئات الألوف من السنين حتى ملايين السنين الضوئية .

ان الفلكيين في الوقت الحاضر يجدون هنا وهناك أجساما عظيمة جدا يبلغ اتساعها عشرات أو مئات السنين الضوئية ، وهذه الأجسام ليست بالنجوم ، وانما هي مجموعة من النجوم الصغيرة تظهر على شكل سحب أو سديم ، ولها أشكال منتظمة حلزونية في الغالب ، ومن الغريب أن هذه الأجسام تبتعد عنا بسرعة عظيمة تتناسب كبرا مع البعد وتبلغ سرعتها عند بعد مخصوص نحو ٥٠٠ كيلومتر في الثانية الواحدة .

والنجم قنطورس هو أقرب النجوم الى ما وراء المجموعة الشمسية لنا ، اذ يبعد عنا بمسافة لا تزيد على خمس سنوات ضوئية فقط ، وهو يوجد في النصف الجنوبي من القبة السماوية وتتعد رؤيته شمال نحو خط عرض ٣٠ درجة شمالا ، ولهذا لم يرصده العرب في مراصدهم بقرطبة وبغداد ودمشق وقاهرة المعز ، وكذلك لم يعرفه الاغريق بطبيعة الحال . تلك الكشوفات العظيمة التي حدثت في القرن الحالى ، كانت بعيدة عن نطاق العالم العربى في عصر ابن الهيثم ، الذى لو كان يعيش بيننا اليوم لكان أسبق العلماء الى هذه الكشوف لو أعطيت له امكانيات هذا العصر نظرا لما كان يمتاز به من عبقرية وميضة .

بحث فلكى آخر قام به ابن الهيثم اذ لم يكن معروفا في أيامه على وجه التحقيق كيفية اشراق الضوء من القمر ، فأصحاب التعاليم أى علماء الرياضة والفلك ، كانوا يقولون : ان ضوء القمر هو ضوء الشمس منعكسا عن سطحه كما ينعكس الضوء عن سطوح الأجسام الصقيلة كالمرايا مثلا ، فأراد أن يختبر صحة هذا القول :

أجرى بحثا هندسيا ، متسلسل الخطوات ، مستوفى البراهين ، قدر به الجزء من مساحة سطح القمر ، الذى ينعكس عنه الى نقطة من سطح الأرض الضوء الواقع من الشمس على سطح القمر كله ، وذلك على فرض أن سطح القمر كرى محدب ، فوجد أن ذلك الجزء هو مساحة صغيرة من سطح القمر لا يتجاوز طولها القوس التى توتر عند مركز القمر زاوية قدرها ٣٤ دقيقة ، ولا يتجاوز عرضها القوس التى توتر عند مركز القمر زاوية قدرها ١٧ دقيقة ، وأثبت أن هذا الجزء الصغير يقع من سطح القمر على الجزء المقابل للنقطة المفروضة على سطح الأرض وحوالى الجزء الأوسط منه ، وبما أن هذه النتيجة التى أثبتها بالبرهان الهندسى لا تتفق والواقع المشاهد من الأمر ، فليس يكون الضوء المشرق من القمر هو ، كما يقول أصحاب التعاليم ، ضوء الشمس منعكسا كما ينعكس عن سطوح الأجسام الصقيلة ، وقد راعى فى هذا البحث تأثير الانعطاف أيضا .

على هذه الصفة أبطل تلك النظرية ، وأقام على أنقاضها نظرية فى ضوء القمر ، هى أن ضوء القمر هو ضوء ثانوى أو عرضى يشرق من سطح القمر المستضى بالضوء الذاتى المشرق من الشمس ، كما يشرق الضوء من جسم كثيف معتاد ، اذا وضع بالقرب من جسم مضى بذاته ، وليس هو ضوء منعكس بالمعنى الخاص بالانعكاس .

وثمة موضوع آخر يناقشه ابن الهيثم فى مخطوطه (١) « مقالة

(١) هذا المخطوط موجود فى بلدية الإسكندرية .

في مائية الأثر الذي على وجه القمر « مناقشة يجمع فيها بين المشاهدة وبين المنطق الارسططاليسي ، فيقول : « قد اختلف أهل النظر في مائية الأثر الذي يظهر على وجه القمر ، وهذا الأثر اذا تؤمل واعتبر ، وجد دائما على صفة واحدة لا يتغير ، لا في شكله ولا في وضعه ، ولا في مقداره ، ولا في كيفية سواده ، وقد تصرف ظنون الناس فيه ، وتشئت آراؤهم ، فرأى قوم أنه في نفس جرم القمر :

ورأى قوم أنه خارج عن جرم القمر ومتوسط بين جرم القمر وبين أبصار الناظرين اليه : ورأى قوم أنه صورة تظهر بالانعكاس لأن سطح القمر صقيل ، فاذا نظر اليه الناظر انعكس شعاع بصره عن سطح القمر الى الأرض كما ينعكس من سطوح المرايا ، فتظهر له صورة الأرض أو بعضها .

وقال قوم أنه صورة البحار التي في الأرض ترى بالانعكاس :

وقال قوم أنه صورة الجبال التي في الأرض :

وقال قوم أنه صورة قطعة من الأرض التي يقع عليها الشعاع المنعكس » .

يناقش ابن الهيثم هذه الآراء مناقشة موضوعية ، ويفند أسانيدھا خطوة خطوة حتى يثبت بطلانها ، فيوصله منطقہ الى الرأي الأخير الذي اقتنع به ، فيقول بلفظه : « وقد تبين في جميع ما بيناه فساد الآراء التي قدمنا ذكرها ، وقد تبين أن الأثر هو في نفس جرم القمر ، اذ قد تبين أنه ليس هو لمعنى خارج عن جرمه ، ولا صورة تظهر بالانعكاس .

فقد بقى أن نبين مائية هذا الأثر :

فنقول أن جوهر القمر مخالف لجوهر جميع الكواكب الباقية ، والدليل على ذلك أن جميع الكواكب مضيئة من ذاتها ، لا من اشراق الشمس عليها » .

ثم يبحث عن العلة التى من أجلها كانت القوة القابلة التى فى موضع الأثر أضعف من القوة القابلة التى فى بقية جرم القمر ، وهذه العلة إنما هى كيفية الجزء من جرم القمر المتأثر بالأثر .

ويعزو ذلك إلى الكثافة واللون ، وينتهى إلى الحكم التالى ، وهو بإفظه : « فالأثر الذى يظهر فى وجه القمر هو لون القمر الذى يخصه ممتزجا بالضوء الذى يحصل فيه ، وإنما ظهر فى هذا الموضع دون بقية سطح القمر لأن الضوء الذى فى هذا الموضع أضعف من الضوء الذى فى بقية سطح القمر ، وضعف الضوء الذى فى هذا الموضع إنما هو لضعف القوة القابلة للضوء التى فى هذا الموضع ، وضعف القوة القابلة التى فى هذا الموضع إنما هو لزيادة كثافة هذا الموضع على كثافة بقية ما يظهر من سطح القمر ، وذلك ما قصدنا تبينه فى هذه المقالة » .

* * *

أنا لوطيقى فى الرياضيات

لأبى القاسم مسلمة بن أحمد المجريطى عالم الأندلس الكبير والمتوفى عام ٣٩٥ هجرية مخطوط بدار الكتب المصرية عنوانه « رسائل اخوان الصفاء وخلان الوفاء » : يقول فيه : « والعلوم الفلسفية أربعة اجناس : الرياضيات والطبيعات والمنطقيات والالهيات ، فالرياضيات أربعة أنواع : الارثماطيقى وهو معرفة ماهية العدد وكيفية أنواعه ، وخواص تلك الأنواع وكيفية نشوءها من الواحد قبل الاثنين ، وما يعرض فيها من المعانى اذا أضيف بعضها الى بعض » .

« والثانى الهندسة والجومطريا ، وهو معرفة ماهية المقادير ذوى الأبعاد ، وكمية أنواعها وخواص تلك الأنواع ، وما يعرض فيها من المعانى اذا أضيف بعضها الى بعض ، وكيفية مبدأها من النقطة التى هى رأس الخط ، وهى فى صناعة الهندسة كالواحد فى صناعة العدد » .

« والثالث الاسطرنوميا وهى النجوم ، وهو معرفة كمية الأفلاك والكواكب والبروج وكمية أبعادها ، ومقادير أجزائها ، وكيفية تركيبها وسرعة حركاتها ، وكمية دورانها ، وماهية طبائعها ، وكيفية دلالاتها على الكائنات قبل كونها .

« والرابع الموسيقى الذى هو علم التأليف وهو معرفة ماهية النسبة ، وكيفية تأليف الأشياء المختلفة ، والجواهر المتباينة الصور ، المتضادة القوى المتنافرة الطباع ، وكيف تجمع وتؤلف ،

ويتحد بعضها ببعض وتصير شيئاً واحداً ، وتفعل فعلاً واحداً
أو عدة أفعال » .

ثم ينتقل بعد ذلك في تقسيم العلوم المنطقيات مما لا مجال له
هنا .

هذا هو مفهوم العلوم الفلسفية في الغرب الاسلامى ، أما في
الشرق الاسلامى فهم يسيرون على هذا النهج ، ولكنهم يسبقون
الهندسة والحساب على المنطق ، وبهذا يقول علم سمرقند « قاضى
زاده رومى » فى مخطوطه . اشكال التأسيس .

« على أنها (الهندسيات) أى مع أن تلك الأشكال رايضة لقوى
العقل ، فانها تروضها رياضة تعتاد بها اليقينيّات ، ولا تقنع بالظن
فى البرهانيّات ، ولهذا كانوا يقدمون فى تعاليمهم على سائر العلوم
حتى المنطق ، بشيء فى الهندسة والحساب تقويما لأفكار المتعلمين ،
وتأنيسا لطلبات بعضهم بالبراهين »

* * *

سبق أن إقلنا أن العرب فى يقظتهم الأولى تلقوا الفلسفة
الاغريقية من رافدين : أحدهما مذهب المشائية أى مذهب أرسطو
وقد تسرب الى الشرق مع الاسكندر الأفروديسى وثامسطيوس ،
والثانى مذهب الأفلاطونية المحدثه عن طريق الاسكندرانيين أصحاب
النزعة الرياضيه أمثال اقليدس وبطليموس وارشميدس واىرون .
وآثر فلاسفة العرب بعد عصر الترجمة النزعة المشائية ، تلك
التي تتسم أولاً وقبل كل شيء بالاتجاه الطبيعى ، ثم اتخاذ المنطق
الارسطى أداة للتفكير ، ومنهجاً للنظر فى الموجودات حسية كانت
أم عقائية .

وتشابهك المذهبان حيناً ، وتعايشا أحياناً ، وقدر للنزعة
الطبيعية المشائية الغلبة ، فطبعت الفلسفة الاسلامية عند معلمها

الثانى ، وشيخها الرئيس ابن سينا بطابع واضح ، واتخذ ابن الهيثم لنفسه منهجا بين النزعتين ، فكان مشائيا فى المرحلة الاولى من حياته عندما كان بالعراق وسوريا مع بصمات واضحة للمذهب الرياضى ، وكان اسكندرانيا فى المرحلة الثانية من حياته حينما استقر بالقاهرة وجعلها مقاما مع بصمات مترسبة من المذهب الارسططاليسى ، ذلك لأن المناخ الفكرى فى القاهرة كان غذاؤه من تلك العناصر ، ومن ثم اتجه الى الماصدق أى المنطق الرياضى الحديث .

لقد آمن ابن الهيثم بأن الانالوطيقا الاولى أى التحليل ، والانالوطيقا الثانية أى التركيب هما الغاية التى ينتهى اليها كل باحث ، والانالوطيقا الاولى هى القياس فى نظره ، أما الانالوطيقا الثانية فهى البرهان .

لنستمع اليه فى مخطوطه (١) « مقاله فى التحليل والتركيب » بلفظه :

« كل علم ، وكل تعلم ، فله غاية هى ذروته التى يسعى اليها المجتهدون ، وعلوم التعاليم مبنية على البراهين ، وغاياتها هى استخراج المجهولات من جزئياتها ، ووجود البراهين التى تدل على خصائصها ومعانيها .

والدورة التى تسمى اليها فى هذه العلوم ، والمجتهدين فى طلبها ، الظفر بالبراهين التى تستنبط بها مجهولاتها ، والبرهان الدال بالضرورة على صحة نتيجته ، وهذا القياس هو مركب من مقدمات تعرف فيها ، ومن نظام وترتيب لهذه المقدمات ، وطريق هذه المقاييس هو تصيد مقدماتها ، وتمحل الحيل فى ثقة اليها .

(١) هذا المخطوط موجود بدار الكتب ٣٢٣ رياضيات تيمور .

والصناعة التى بها تصيد هذه المقدمات ، وبها يتوصل الى الترتيب المؤدى الى المطلوب من نتائجها يسمى صناعة التحليل ، وجميع ما خرج الى الوجود من علوم التعاليم انما خرج بهذه الصناعة » .

والقياس فى نظر ابن الهيثم هو قول مؤلف من أقوال اذا سلمت لزم عنها لذاتها شىء آخر ، فهو يعتمد على علاقة الاشتمال ، ويطبقه فى الطبيعيات وأهمها الضوء والفلك ، كما يطبقه فى الرياضيات كالارثماطيقى والهندسة والموسيقى .

فعن طريق القياس يمكن استخراج المجهول من جزئيات الظواهر الفيزيكية التى تقع للحس ، أو من المعطيات الرياضية والحسابية ، فالعلوم والحالة هذه ليست الا من نتاج العقل البشرى ، فهى غير كامنة كمون الشرر فى الحجر ، بل تخرج الى الوجود بالتحليل وهو القياس ثم التركيب وهو البرهان ، طبقا لمفاهيم عصر ، وقد يصيبها التبديل والتغير خصوصا فى الطبيعيات والفلك فتغلف بغلالات جديدة من مفاهيم عصر آخر .

ومنهج ابن الهيثم فى التحليل قريب الشبه بمذهب ديكارت الذى ذكره فى « مقال فى المنهج » حيث يوصى فى القاعدة الثانية بأن « أقسم كل واحدة من العضلات التى سأختبرها الى أجزاء بقدر ما فى الوسع ، وبقدر ما تدعو الحاجة الى حلها على خير الوجوه » والتحليل هنا مثالى ، شبيه بتحليل العالم الرياضى الذى يحلل النظرية الى عناصرها ، والعلم الفيزيقي الذى يحلل الظواهر الضوئية ، وهو من المعطيات الحسية ، الى حركات وأحداث .

والتحليل فى الهندسيات أو الارثماطيقى يوصل الى نتائج حاسمة لا اختلاف فيها ، أما التحليل فى الطبيعيات فقد يوصل الى

نتائج سيالة حسب تعبير ابن الهيثم أى الى نظريتين أو أكثر لكل منها شيعة تناصرها .

وقد يحدث أن تعيش نظريتان متناقضتان جنبا الى جنب ، وينقسم معها العلماء الى شيعتين ، لكل فريق مقاييس واستدلالات وطرق ، تجعله يتشبه بنظريته ، مثل النظرية الجسيمية فى الضوء لاسحاق نيوتن والنظرية الموجية « لهيجنز »

والتحليل الذى يعتمد على الأمور الحسية ، كثيرا ما يخطئ ، وابن الهيثم يعلم هذا ، بل يقرر أن العقل يخطئ أيضا ، يخطئ فى القياس ويخطئ فى البرهان ، فأقواله فى كيفية ادراك المبصرات ، وعلل أغلاط البصر ، تشف عن رأيه أن فى الاستطاعة معرفة علل الأخطاء أو الأغلاط ، وفى الاستطاعة اجتنابها ، اذن فى الاستطاعة ادراك الشيء ادراكا « محققا على غاية التحقيق » وليس هذا المحقق على غاية التحقيق مطلقا ، بل هو « بالاضافة الى الحس » . تلك عبارته بلفظه فى مخطوطه المناظر .

ومنهج ابن الهيثم الاناوطيقى فى البحث العلمى هو نفس المنهج الذى يتبعه فى العلوم التعليمية ، ولنا عودة فى توضيح المذهب الأول ، أما فى الأمور التعليمية فقولہ صريح فى مخطوطه « التحليل والتركيب » حيث يقول بلفظه :

« ونحن نشرح فى هذه المقالة كيفية صناعة التحليل المؤدى الى استخراج المجهولات من العلوم التعليمية ، وكيفية تصيد المقدمات التى هى مواد البراهين الدالة على صحة ما يستخرج من مجهولاتها .

وطريق التوصل الى ترتيب هذه المقدمات وهيئة تأليفها ، وتبين أيضا كيفية هذه المقدمات ، وعكس ترتيبها الذى هو القياس البرهانى ، وهو الذى يسمى التركيب ، وانما سمى تركيبا لأن تركيب المقدمات المستنبطة بالتحليل تركيب قياس .

ونقسم مع ذلك هذه الصناعة الى أقسامها ، ونذكر قواعدها وقوانينها ، والوصول الى جزئياتها ، ونبين على جميع ما تفتقر اليه هذه الصناعة من الأمور المستعملة فيها ، وهذا حين نبتدىء القول فيها .

فنقول ان كيفية التحليل هو أن نفرض المطلوب على غاية التمام والكمال ، ثم ننظر في خواص موضوعه اللازمة لذلك الموضوع ولجنسه ، وفيما يلزم من لوازمه ، ثم فيما يلزم تلك اللوازم الى أن نتبين الى شيء مغطى في ذلك المطاوب وغير ممتنع فيه ، فهذا هو كيفية التحليل بالجملة ، واذا انتهى هذا النظر الى المعنى الى الشيء المعطى قطع النظر في ذلك المطاوب ، ووقف الناظر عنده ، والمعطى هو المعنى الذى لا يمكن دفعه ولا يمتنع منه مانع .

ثم ينتقل ابن الهيثم الى تفسير خطوات التركيب قائلا :

« أما كيفية التركيب فهو أن نعرض الشيء المعطى الذى انتهى اليه التحليل ، وعنده وقف الناظر ، ثم تضاف اليه الخاصة التى وجدت قبل تلك الخاصة ، ويسلك فى الترتيب عكس الترتيب الذى سلك فى التحليل ، فانه اذا التمسست هذه الطريق انتهى الترتيب الى المعنى المطاوب ، لأنه كان أول موضوع فى التحليل .

فعند عكس الترتيب يصير لأوله ولآخره ، واذا انتهى الترتيب المعكوس الى المطلوب الأول المفروض ، صار هذا الترتيب قياسا برهانيا ، وصار المطلوب الأول المفروض نتيجة له ، ويصير المطاوب موجودا ، ومع ذلك فصحته متبينة ، لأنها نتيجة قياس برهاني ، دال بالضرورة على صحة نتيجته .

وصناعة التحليل تحتاج الى تقدم العلم بأصول التعاليم والارتياض بها ، ليكون المحلل ذاكر الأصول عند التحليل ، ويحتاج مع ذلك أيضا الى حدس صناعى ، وكل صناعة فليس يتم لصانعها الا بحدس على الطريق الذى يؤدي الى المطلوب ، والحدس انما

يحتاج اليه في صناعة التحليل اذا لم يجد المحلل في موضوع المسألة خواصا معطاة ، ومتى ركبت أنتجت المطلوب .

فعند هذه الحالة يحتاج المحلل الى الحدس ، والذي يحتاج الى الحدس عليه هو زيادة يزيد بها في الموضوع ليحدث بزيادتها خواص للموضوع مع الزيادة تؤدي الى الخواص المعطاة التي متى ركبت انتجت المطلوب .

هذا المنهج هو قريب الشبه بمنهج « ديكارت » الذي يعتمد في المعرفة بوجه عام على الحدس والاستنباط ، فالحدس هو الادراك الذهني المباشر لحقيقة مستكفية بذاتها ، وتفرض ذاتها اطلاقا ، أما الاستنباط فهو : الحركة المتصلة غير المنقطعة ، حركة فكر يدرك كل شيء ببداهة ، التي لم تعد هي البداة الحسية ، بداهة ما يسمى بالأمر الواقع المحسوس ، وانما هو البداة العقلية ، تلك التي تضيء الذهن أمام القضايا الرياضية .

والحدس الفعالي يجعل المحلل يدرك أفكارا واضحة ، أى أفكارا تفرض نفسها على كل ذهن واع متنبه ، ويجعله يدرك أفكارا متميزة ، أى أفكارا بلغت من الجلاء والدقة والوضوح بحيث أن أحدا لا يستطيع أن يخالط احداها بالأخرى .

* * *

يعزز ابن الهيثم مذهبه في التحليل بأمثلة كثيرة ، ثم يقسمها بحسب موضوعاتها في الأمور التعليمية كما يقول :

« ونحن في مستأنف القول نورد أمثلة لجميع ما ذكرناه ، ننتج بها جميع المعاني التي حددناها ، وتظهر كفياتها أو ينكشف ما غمض عنها ، وتتحقق مع ذلك صحة ما حددناه وبيناه ، ونتيقن من بعد أن نفصل هذه الصناعة ونرتبها ونستوعب ساير أنواعها ، وأقسام هذه الصناعة تنقسم بحسب موضوعاتها ، لأن الطريق

فى تحليل كل نوع من أنواع موضوعاتها غير الطريق فى تحليل باقى أنواعها .

وموضوعات هذه الصناعة فى المجهولات من جزئيات العلوم التعليمية ، تنقسم الى أقسام جميع جزئيات هذه العلوم ، وجزئيات هذه العلوم تنقسم أولا الى قسمين هما العلم والعمل .

ثم يستمر ابن الهيثم فى سرد المعانى العلمية والمعانى العملية ، وهى المعانى الجزئية لكل فرع من فروع الرياضيات فيقول :

(فأما المعانى العلمية فى علم الهندسة فهى مثل قولنا كل ضلعين من مثلث فهما أعظم من الصنع الباقى ، ومثل قولنا كل مثلث فزوایاه الثلاث مجموعة متساويات لزاويتين قائمتين ، ومثل قولنا الأضلاع المتقابلة من السطوح المتوازية الأضلاع مساو بعضها لبعض) .

عند ديكارت هذه المعانى العلمية هى التى يدخلها ضمن مفهوم الحدس ، ويعرفه بأنه الادراك الذهنى المباشر لحقيقة ستكفيه بذاتها ، وتفرض ذاتها اطلاقا .

وأما المعانى العملية فى الهندسة ، فهى عند ابن الهيثم مثل قولنا نريد أن نعمل مثلثا متساوى الأضلاع على خط مستقيم معلوم ، ومثل قولنا نريد أن نعمل على خط مفروض زاوية متساوية لزاوية مفروضة ، ومثل قولنا نريد أن نعمل مربعا مساويا لشكل مفروض .

وهو يرى أن كثيرا من القضايا تتفرع الى عدة حلول ، فعلى ذلك فالنتيجة سيالة ، فيقول :

« ومثل قولنا فى جزئيات الهندسة نريد أن نعمل دائرة تماس دائرتين معلومتين مفروضتين ، فان هذا المعنى يكون أن نعمل بعدة وجوه ، وذلك أنه يمكن أن تكون الدائرة المعمولة تماس الدائرتين

متحدبها بحدبتى الدائرتين ، ويمكن أن تماس احدى الدائرتين متحدبها ، وتماس الأخرى بتقعيرها لتحديب الأخرى ، ويمكن أن تماس كل واحدة من الدائرتين بتقعيرها لمحدبتى الدائرتين ، فيكون عمل هذه الدائرة بثلاثة أجوبة .

ومثل قولنا نريد أن نخرج من نقطة مفروضة خطا مستقيما يماس دائرة مفروضة ، وهذا العمل يقع له وجهين ، لأنه اذا وصل بين تلك النقطة وبين مركز الدائرة بخط مستقيم يمكن أن يخرج من تلك النقطة خطان من جنبتى ذلك الخط كل واحد منهما يماس الدائرة » .

ويقول ابن الهيثم عن علم الهيئة انه غير ممكن ايجاد أجزاء عملية الا فى البراهين التى ترجع الى العدد والهندسة ، لأنه قد توجد فى حركات الكواكب ما يمكن أن يكون على وجهين مثل حركة الشمس التى يمكن أن تكون بفلكين أحدهما مركزه مركز العالم والآخر فلك تدويره مركزه على محيط هذا الفلك ، ويمكن أن تكون حركة الشمس بفلك واحد مركزه خارج عن مركز العالم الا أن هذا المعنى ليس عمليا لأنه ليس هو فى نفسه الا على أحد هذين الوجهين ، ولا يجوز أن يكون على الوجه الآخر .

وبخلاف ذلك فان جزئيات علم الموسيقى قد تقع فيها أجزاء عملية سيالة ، الا أن أعمالها ترجع الى علم العدد ، ويقول بلفظه : « مثل قولنا نريد أن نقسم الاتفاق الذى بالكل الى الاتفاقين اللذين بالخمسة وبالأربعة الذى نسبة هذا الاتفاق يقع فى موضعين وذلك أنه يمكن أن نجعل الاتفاق الذى بالأربعة يتقدم بالاتفاق الذى بالخمسة ، ويمكن أن الاتفاق الذى بالخمسة يتقدم بالاتفاق الذى بالأربعة .

ومثل قولنا نريد أن نقسم الاتفاق الذى بالأربعة الى ثلاثة اتفاقات ، وهذا الاتفاق الذى بالأربع ينقسم الى طنينين » .

فالنتيجة أن البعد الذى بالأربعة عبارة عن طينين وفضلة ،
 أى : لا - سى (طينى) + سى - دو (فضلة) + دو - رى (طينى)
 والذى بالخمسة عبارة عن ثلاثة طينيات وفضلة ، أى
 رى - مى (طينى) + مى - فا (فضلة) + فا - صول (طينى)
 + صول - لا (طينى) .

لن نخوض فى التعريفات والتقسيمات الى أبعد من ذلك ،
 وسنقتضب القول على أمثلة فى التحليل والتركيب فى القسم العلمى
 من المسائل الهندسية ، وسنختار مثالا واحدا يذكره ابن الهيثم ،
 فيقول :

« كل ضلعين من مثلث فهما أعظم من الضلع الباقي » .

هذا المثال من النوع الذى يدرسه طلبتنا بالمدارس الثانوية
 باعتباره نظرية هندسية ، وتطبيق ابن الهيثم فكرتى التحليل
 والتركيب عليه ، فيه أبعاد تستوعب العمق فى المنحى الفكرى ، بل
 تطبيقه فى قضايا أخرى فى الطبيعيات وفى علم الضوء قد أبرز نقاطا على
 جانب عظيم من الأهمية سنذكرها فى أبواب تالية .

يقول ابن الهيثم بلفظه :

« فتحليل هذا الشكل هو أن نفرض الدعوى على ما أوحى
 فيها ، فيكون ضلعا ا ب ، ا ح مجموعين أعظم من ب ح » .

لنقف هنا قليلا ولننظر فى القاعدة الثالثة التى يذكرها
 « ديكارت » فى المنهج حيث يوصى بأن « نفترض مؤقتا ، ترتيبا بين
 الأفكار التى لا يسبق بعضها بعضا بالطبع » وبأن « نقود أفكارنا
 بترتيب مبتدئين من أبسط المعطيات وأيسرها معرفة » .

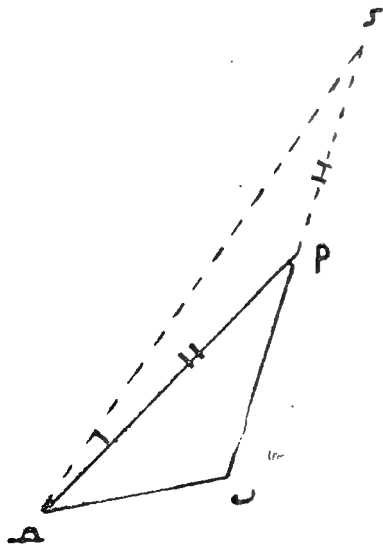
هذا المنهج هو نفس منهج ابن الهيثم ولكن بتخريج آخر ، مثل
 التخريج الذى يراه الفيلسوف المعاصر « برتراند رسل » فى

منهجه الرياضى حين يعرف المادة فيقول عنها بأنها علة للمعطيات الحسية ، وبأنها موضوع فيزيقى لأبد من افتراض وجوده لنفسه به تلك الشفرات التى لا تستطيع تجربتنا الحسية أن تقدم عنها جوابا .

فابن الهيثم يفترض وجود المثلث حسب الشكل التالى وذلك فى مثاله الهندسى الذى يخضعه للتحليل والتركيب ، وبرتراند رسل يفترض وجود المادة كموضوع فيزيقى لكى يخضعه للتحليل والتركيب فى كتابه « مشكلات الفلسفة » : موضوعان مختلفان ، ولكن النبع الفكرى واحد فى الحالتين .

وابن الهيثم فى الضوء يفترض أن له وجودا فى ذاته لكى يخضعه للتحليل والتركيب فى اعتباراته التى سوف نوضحها فى أبواب تالية :

ولنرجع ثانية الى مخطوط ابن الهيثم فى « التحليل والتركيب » حيث يقول بلفظه :



« فتحليل هذا الشكل هو أن نفرض الدعوى على ما أوحى فيها فيكون ضلعاً $ا ب$ ، $ا ح$ مجموعين أعظم من $ب ح$.

فننظر فى خواص المثلث ليظهر فيها خاصة تؤدى الى ذلك ، واذا نظر فى خواص المثلث وهو على ما هو عليه لم يوجد فيه خاصة تؤدى الى صحة هذه الدعوى ، فينبغى أن يحدث المحلل على زيادة يزيد بها فى هذا

الشكل ، ليحدث بها خاصة أو خواص ليست موجودة فى هذا المثلث ، وهو على ما هو عليه واجد الزيادات التى تحتل أن تزداد لتحدث خاصة زائدة .

هو أن نجعل الضلعين خطأ واحدا فنخرج ب ا على استقامته ،
ونفصل منه مثل ا ح وليكن ا ع فيكون ب ع أعظم من ب ح .

نصل ح ع فيصير ب ع ح مثلنا ، ويكون ضلع ب ع منه أعظم
من ضلع ب ح فقد تبين في الشكل الثامن عشر من المقالة الأولى
من كتاب أوقليدس أن الضلع الأعظم من كل مثلث يوتر الزاوية
العظمى ، فتكون زاوية ب ح ع أعظم من زاوية ب ع ح .

ولكن زاوية ب ع ح هي مثل زاوية ا ح ع لأن ا ع = ا ح .
فتكون زاوية ب ح ع أعظم من زاوية ا ح ع .

ولكن الأمر كذلك ، فقد انتهى التحليل الى معنى هو معطى
لا شك فيه ، وهو أن زاوية ب ح ع أعظم من زاوية ا ح ع .
وتركيب هذه المسألة يكون كما نصف .

نخرج ب ا على استقامته كما فعل في التحليل ، ونفصل ا ع
مثل ا ح .

ونصل ع ح فيكون زاوية ب ح ع أعظم من زاوية ا ح ع .
وهذه المقدمة هي التى وصل اليها التحليل ، وهى التى تجعل
ا ع أوله في البرهان ، وزاوية ا ح ع مساوية لزاوية ا ع ح .
لأن ا ح مثل ا ع .

وبهذه المقدمة هى التى تبينت قبل المقدمة الأخيرة .

فتكون زاوية ب ح ع أعظم من زاوية ب ع ح .

فيكون ضلع ب ع أعظم من ضلع ب ح .

كما تبين في الشكل التاسع عشر من المقالة الأولى من كتاب
أوقليدس .

وضلع ب ء هو مثل ضلعى اب + ا ح .

وعليه فضلعا ب ا + ا ح أعظم من ضلع ب ح ، وذلك ما أردنا أن نبين .

يتناول ابن الهيثم فى مخطوطه جميع المعلومات المتوارثة فى علم الهندسة ، والعدد والهيئة والموسيقى من معان جزئية علمية وعملية ، وتقسيم المعانى العلمية الى محدود وغير محدود ، ثم تقسيم الأخير الى قسمين سيال وغير سيال . الخ .

والشئ الجديد الذى أضافه هو الأشياء المعلومة الوضع ذات الحركة ، وعنصر الحركة مفهوم جديد فى الفكر الإسلامى كان يفتقر اليه الفكر اليونانى الذى يمتاز بالسكونات ، فهندسة اوقليدس ساكنة ، وعلم المناظر عند اوقليدس ساكن يعبر عن الضوء تعبيرا تجريديا بمخطوط مستقيمة .

وقبل ابن الهيثم ظهرت بادرة الحركة فى الهندسيات عند « ويجن رستم القوهى » عند برهانه على حجم الجسم المكافىء ، بادرة ظهرت فى الحجوم والمساحات وفى مراكز الاثقال ، تعتبر ارهاصا لعلم التفاضل والتكامل فى النهايات .

يقول ابن الهيثم فى مخطوطه « التحليل والتركيب » وهو صادق أمين فيما يقول :

« فهذا الذى ذكرناه هو جميع أقسام المعلومات ، وجميعها يستعمل فى صناعة التحليل ، وجميع المعلومات الذى ذكرها اوقليدس فى كتابه المسمى المعلومات هى داخلية فى جملة هذه الأقسام التى ذكرناها ، وفيما ذكره شئ لم يذكره اوقليدس ، وهى الأشياء المعلومة الوضع المتحركة » .

ثم يستطرد :

« فأما المعلوم الوضع فهو الذى لا يتغير وضعه ، فأما ما هو الوضع فهو الصفة تتقوم بالقياس الى شىء معلوم ، والوضع يكون فى الجسم ، ويكون فى السطح ، ويكون فى الخط ويكون فى النقطة ، فالوضع فى الجسم منقسم الى قسمين :

أما أن يكون مضافا الى شىء ثابت ، وأما أن يكون مضافا الى شىء متحرك .

فالمضاف الى شىء ثابت هو الذى ينتقل ولا يتحرك لضرب من ضروب الحركات ، فالجسم المعلوم الوضع المضاف الى شىء ثابت هو الذى يكون بعد كل نقطة منه من النقط الثابتة الموجودة فى الشىء الثابت بعدا واحدا لا يتغير .

وهذا القسم هو الذى يسمى معلوم الوضع على الإطلاق .

فأما الجسم المعلوم الوضع المضاف الى شىء متحرك فهو الذى يكون بعد كل نقطة منه من كل نقطة من ذلك الشىء المتحرك بعدا واحدا لا يتغير ، فيأزم من ذلك أن يكون المعلوم الوضع الذى بهذه الصفة متى تحرك الشىء الذى هو مضاف اليه بحركة ذلك الجسم المعلوم الوضع حركة مساوية لحركته ، ويكون أبعادها بين كل نقطة منه من كل نقطة من الشىء الذى مضاف اليه هى الأبعاد بعينها التى كانت بينها كالأجزاء المعين من أجزاء الجسم المتحرك ، وكالعضو المعين من أعضاء الإنسان ، فإن أبعاد الجزء من الجسم ليس يتغير لأبعاد كل نقطة منه من كل نقطة من بقية أجزاء ذلك الجسم ، ومع ذلك فإن ذلك الجسم اذا تحرك بحركة ذلك الجزء بحركته ، وأبعاد كل نقطة من ذلك الجزء من كل نقطة من بقية ذلك الجسم أبعاد واحدة باعتبار لا يتغير .

وهذا القسم يقال له المعلوم الوضع بالقياس الى كل أو كذا ، ولا يمكن أن يشار اليه الا ويشار الى الشىء الآخر الذى هو معلوم الوضع عنده مع الإشارة اليه » .

ثم ينتقل ابن الهيثم بعد ذلك الى الأوضاع الحركية في السطوح فيقول بلفظه : وكذلك السطوح المعلومة الوضع تنقسم أيضا قسمين :

وحالها في أوضاعها كحال الأجسام لا فرق بينها اذا أمكن أن يكون وضعها مضافا الى سطوح أو خطوط أو نقطة ثابتة ، واما أن يكون وضعها مضافا الى سطوح أو خطوط أو نقطة متحركة ، فتكون هذه السطوح متحركة بحركة الأشياء التي الوضع مضاف اليها .

وكذلك الخطوط ينقسم وضعها الى قسمين على مثل قسمة السطوح ، وكذلك النقطة اذا قيل أن النقطة معلومة الوضع على الاطلاق فهي التي وضعها مضاف الى نقطة ثابتة وهي التي لا تنتقل ولا تتحرك .

واذا قيل ان النقطة معاومة الوضع بالقياس الى شيء متحرك فهي التي يكون بعدها من كل نقطة من ذلك الشيء المتحرك بعدا واحدا لا يتغير ، واذا تحرك ذلك الشيء تحركت النقطة بحركته ، كمركز الدائرة فان بعده من كل نقطة من محيط الدائرة بعد واحد لا يتغير ، ومع ذلك فان الدائرة اذا تحركت تحرك مركزها معها .

واذا عبرنا عن هذا الكلام الوصفى بالرموز الرياضية لن نجد خيرا من الرياضة الكارتيزية الذي ابتدعها « ديكارت » كما يقولون ، ثم تشعبت الرياضة الكارتيزية الى علم جديد هو علم الكينماتيكا في القرن الثامن عشر .

مبادئ عامة وصفها ابن الهيثم فيها الشمول ، تشكلت بمفاهيم عصر النهضة فكانت علوما جديدة .

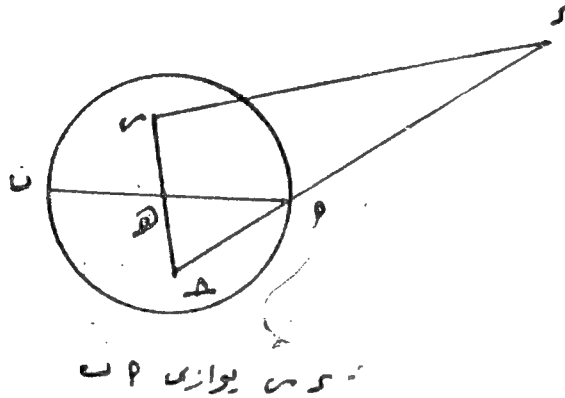
ويستمر ابن الهيثم قائلا :

« وقد بقى من بعد هذه الأقسام معنى الحركة لم يذكره أحد من المتقدمين ولا وجدناه في شيء من الكتب ، وهو من المعاني التي

تحتاج اليها في صناعة التحليل ، ويعظم الانتفاع بها في استخراج المسائل ، ونحن نذكر في هذا الموضوع بعض أقسامه لنستعمله في أمثلة التحليل .

مثل من أمثلة الحركة عند ابن الهيثم ما يلي :

« اذا كانت دائرة معلومة القدر والوضع ، ح نقطة معلومة الوضع ، وخرج من النقطة خطا الى محيط الدائرة ، وأنفذ على استقامته حتى صارت نسبة الخط الأول الى الخط الثانى كنسبة معلومة ، فان النقطة التى صارت وهى نهاية الخط الثانى هى على محيط دائرة معلومة الوضع » .



مثال ذلك دائرة أ ب معلومة القدر والوضع .

نقطة ح معلومة .

خرج من نقطة ح خط ح ا ، ونفذ على استقامته الى ع .

وكانت نسبة ح ا الى ا ع معلومة .

فأقول أن نقطة ع على محيط دائرة معلومة الوضع .

ومن هذا المثال يتضح أن نقطة ع متحركة بالنسبة الى النقطة ح .

برهان ابن الهيثم :

انا نجد مركز الدائرة وليكن ه ونصل ح ه ونخرجه على استقامته في جهة ه .

ونصل ح ا ونتوهم د ر موازيا لخط ا ه .

فيكون نسبة ر د الى ه ا كنسبة د ح الى ح ا وكنسبة $\frac{ح د}{ح ا}$:

ونسبة د ح الى ح ا معلومة لأن نسبة د ا الى ا ح معلومة .

كما تبين في الشكل السادس من المعطيات فنسبة د ر الى ه ا معلومة .

ونسبة ر ح الى ح ه معلومة ، ه ا معلوم القدر ، د ح معلوم القدر .

فخط ر ع معلوم القدر .

وخط ر ح معلوم القدر كما تبين في الشكل الثاني من المعطيات .

ولأن نقطتي ح ، ه معلومتى الوضع ، يكون خط ح ه معلوم الوضع كما تبين في الشكل الخامس والعشرين من المعطيات .

فخط ح ر معلوم القدر والوضع ، ونقطة ح منه معلومة ، ونقطة ر منه معلومة كما تبين في الشكل السادس والعشرين من المعطيات .

ونجعل نقطة د مركزا وندير ر د المعلوم القدر بدائرة ، ولتكن دائرة د ح ط وهى دائرة معلومة القدر والوضع لأن مركزها معلوم الوضع ونصف قطرها معلوم القدر ونقطة د هى على محيط هذه الدائرة .

فنقطة د على محيط دائرة معاومة القدر والوضع .

وذلك ما أردنا أن نبين .

ان طريقة التحليل والتركيب في القضايا الهندسية ، كان لها أنصار كثيرون في عصر ابن الهيثم ، منهم أبو الريحان البيروني ، وأبو العلاء بن أبي الحسن ، وأبو الحسن اسحاق بن ابراهيم ابن يزيد الكلاب وغيرهم ، وقد ذكرهم البيروني في مخطوطه « استخراج الأوتار في الدائرة » (١) وفيه يقول :

« تركت المتعلم الذي قد قرأ كتابي في التحليل والتركيب ، وسائر الأعمال الهندسية ، وكتابي الذي في الدوائر المحاسبة ، ينظر في واحدة منها ، اذا فهم طريق تحليلها ليقيسها ويحلل قسما قسما منها ، وينظر هل يطابقه هذا التحليل الذي نقله أم لا ، ثم ينظر فيما يستحيل ويجوز ، والسيال وغير السيال ، والمحدود وغير المحدود ، ويركب هو وينظر في عدد المرات التي لا يمكن أن نقطع زيادة عليها ، ويبن أن تلك المرات كذلك ، وهذه الأمور كلها من المنافع التي لنا نحن اليها النظر في هذا الكتاب .

ومنها أن فيه مسائل مستعصية حسية ، لا يستغنى ذوو الفهم بالهندسة عن استعمالها فيما يستخرجونه ، ويعملونه في الأعمال الهندسية » .

ثم يتبع ذلك بمسائل على جانب كبير من الصعوبة ، يقوم عليها بالطريقة المشار اليها .

بقيت ملاحظة أخيرة ، قد لا تكون متعلقة بهذا الباب ، ولكننا نسوقها ردا على الذين يكررون القول بأن ديكارت هو أول من

(١) تحقيق وشرح. أحمد سعيد الدمرداش .

طبق الجبر في الهندسة ، وبذلك نشأت فكرة الهندسة الكارتيزية أو الهندسة التحليلية .

فهذا القول غير حقيقى ، ودليانا ما أثبتته عالمان روسيان هما يوسكيفيتش ورونزفيلد وهما من أعضاء أكاديمية العلوم بـليننجراد ، وما توصلا اليه ما يأتى :

« هذا ولقد أوجد العالم المصرى ابن الهيثم مجموع مسلسلتى الأس الثالث والرابع للأعداد الطبيعية عندما كان يقوم بحساب حجم الجسم الدورانى الناتج عن دوران قطعة قائمة من قطع مكافئ حول محور عمودى على محور تماثلها .

على غرار ما يلى بالرموز الجبرية الحديثة :

$$\frac{2(1-2)2}{4} = 2 + \dots + 33 + 32 + 31$$

$$\left[\frac{(1+2)2}{2} + \left(1 - \frac{(1+2) \times 2}{2} \right)^1 \right] = 42 + \dots + 43 + 42 + 41$$

$$\left[\frac{(1+22)(1+2)}{6} 2 \right] +$$

وهذا المجموع هو حل تقريبي للتكامل $\int_{صفر}^1 س^2 د س$

ومن ناحية أخرى نجد البيرونى المعاصر لابن الهيثم يمزج الجبر مع الهندسة فى مخطوطه استخراج الأوتار فى الدائرة لمعرفة وتر العشر فى الدائرة وقد وصلته هذه الطريقة الى ايجاد جيوب الزوايا ، وفى حالة وتر العشر الذى يقابل زاوية قدرها ٥٣٦ أى $\frac{36}{100}$ فإنه توصل الى ايجاد جيب زاوية ٥١٨ من المعادلة الجبرية التالية :

$$س^2 + نق س - نق^2 = صفر$$

وباعتبار نق نصف قطر الدائرة افترض له واحد صحيح
ومنه ينتج أن وتر العشر

$$= \sqrt{س^2 + \frac{1}{4} س} - \frac{ق}{4}$$

وبهذه الطريقة توصل الى ايجاد جداول الجيوب .

وليس المجال هنا مناسباً للخوض في الكثير من الحقائق التي
تكذب من يدعون بأن ديكارت هو أساس كذا من العلوم ، وهم في
الواقع يرددون أقوال مؤرخي العلوم من الأجانب المتعصبين
لقومياتهم ، وعلينا واجب تصحيح التاريخ من هذه الناحية .

فكرة النظام عند ابن الهيثم

ان الاحاطة بتاريخ علم الضوء قد لا تخدم هذا العلم في ذاته ، بيد أنها تقدم لنا الأساس الذى نما عليه هذا العلم ، ومعنى هذا اقتناع يقينى بأن عناوين الصحف قد أصبحت ولها مكان فى التطور الذى يسود عالمنا ، ومهما يكن من شىء فمعرفة تاريخ هذا العلم تصل ما بينه ، وما نعى به من قيم إنسانية ، ذاك لأنها تؤكد ، لا وحدة التاريخ فحسب ، بل تحقق أيضا وحدة المعرفة .

ثلاثة عوامل خلاقة كانت هى اللبنات التى بنى من مادتها علم الضوء ، وهى : عامل النظام ، وعامل السببية ، وعامل المصادفة ، وما من عامل منها اختص بالعلم وحده ، بيد أنها جميعا لها تطبيقات فى العلم تولدت عن مدركات عامة ، رآها العلماء والحكماء فى كل عصر من العصور التى سبقت عصر ابن الهيثم ، فابتدعوا نظما مختلفة لتفسير هذه المدركات ، مرتبطة بمفاهيم وما صدقات كل عصر ، نظما هى من صنع العقل البشرى لا تمثل فى واقعها الا ايقاعا متسقا فى ملحمة موسيقية تفرع ، تلك الملحمة هى ملحمة تاريخ الانسانية جمعاء .

يسجل لنا علم الضوء هذه المدركات العامة بطريقة سلسلة ، فله تاريخ يمكن أن نتلمس فيه بسهولة ويسر مراحل نمو هذه المدركات وتطورها ، وفضلا عن ذلك يمكننا بدراسة هذا التاريخ أن نعرف اللحظات الحاسمة ذات الأهمية العظمى ، تلك اللحظات التى تعاد فيها صياغات هذه المدركات من جديد ، واحدى هذه

اللحظات هى واحدة من ومضات ابن الهيثم فى تفسير وصياغة قوانين الانعكاس والانعطاف للضوء ، بل وتفسير ماهية الضوء نفسه .

تناول ابن الهيثم رؤوس موضوعات كثيرة فى علم الضوء سجلها فى كتابه المناظر ، وقام بدراستها دراسات مستفيضة ظلت هى المرجع الأساسى لهذا العلم حتى القرن الثامن عشر الميلادى ، ووضع نظاما لكل موضوع لحمته أحكاما شاملة بناها على أساس من التجربة والملاحظة والاستقراء ، كان موقفه موقف من يتساءل :

هل الأضواء جميعا سواء منها المشرق من الأجسام المضيئة بذاتها أو المشرق من الأجسام المستضيئة بغيرها تمتد فى الجسم المشف الواحد على السبوت المستقيمة ؟ وان كان الأمر كذلك ، هل من سبيل الى القول بأن الابصار يكون بورود الضوء المشرق من المبصر الى البصر ؟ وان قيل هذا ، فان الضوء الوارد من المبصر الى البصر يرد من كل نقطة من المبصر الى جميع سطح البصر أى الى جليدية العين .

فكيف يتسنى للبصر أن يدرك المبصر بأجزائه المختلفة وألوانه ونقوشه وتخطيطاته ، كما هو عليه فى الواقع المحسوس دون أن يختلط كل ذلك بعضه ببعض ؟ وكيف يتسنى ادراك المبصرات المختلفة معا دون أن تختلط صورها أو تشتبه ؟

واذا كان الاحساس يحدث فى داخل البصر بورود الضوء من المبصر ، فكيف يدرك البصر المبصر فى مكانه خارج البصر ؟ بل كيف يتسنى أن يدرك بعده ، وعظمه ، وشكله ، وتجسمه وما الى ذلك ؟ وكيف يعرض ما يعرض أحيانا من الغلط فى ادراك هذه الأمور ؟ وكيف يتسنى أن يدل المبصر واحدا بالنظر اليه بالعينين الاثنتين ؟ .

وأیضا هل الأضواء جميعا تنعكس على صفة واحدة ؟ وان كان الأمر كذلك فما هى الصفة العامة التى تنعكس عليها الأضواء جميعا ؟ وبعد هل من سبيل الى القول بأن ادراك المبصر بالانعكاس هو بورود الضوء المشرق منه الى العين بعد انعكاسه ؟ .

وان كان الأمر كذلك ، فأین يكون موضع الخيال الذى یرى ، وما هى صفاته ؟

وأیضا هل الأضواء جميعا تنعطف على صفة واحدة وما هى هذه الصفة ؟ وبعد هل من سبيل الى القول بأن ادراك المبصر بالانعطاف هو بورود الضوء المشرق منه الى العين بعد انعطافه ؟

وان كان الأمر كذلك فأین يكون موضع الخيال : وما هى صفاته ؟

رسم ابن الهیثم خطة للبحث فى هذه القضايا وفى هذه المدركات قائلا فى كتابه المناظر :

« نبتدىء فى البحث باستقراء الموجودات ، وتصفح أحوال المبصرات ، وتمیيز خواص الجزئیات ، ونلتقط باستقراء ما يخص البصر فى حال الابصار ، وما هو مطرد لا یتغیر ، وظاهر لا یشتبیه من کیفیة الاحساس ، ثم نترقى فى البحث والمقاییس على التدریج والترتیب ، مع انتقاد المقدمات ، والتحفظ من الغلط فى النتائج ، ونجعل غرضنا فى جمیع ما نستقریه ونتصفحہ استعمال العدل لا اتباع الهوى ، ونتحرى فى سائر ما نمیزه وننتقدہ طلب الحق لا الميل مع الآراء » .

فى هذا القول الموجز وضع ابن الهیثم الشرط الأساسى الذى یجب أن یتوافر فى البحث العلمى ، « استعمال العدل لا اتباع الهوى وطلب الحق لا الميل مع الآراء » .

هذا المنهج الرياضى قریب الشبه بمنهج « برتراند رسل »

الفيلسوف المعاصر وهو المنهج التحليلي الذي يقوم على الشعار الانجليزى التقليدى « فرق تسد » بمعنى .

« قسم الشيء الى أجزاء تصل الى معرفة أوضح عنه » .

وابن الهيثم يتصفح أحوال المبصرات ، ثم يميز خواص الجزئيات التى عن طريقها ينتقل من المجهول الى المعلوم ، أى الى المعلوم الذى سيصل اليه عن طريق المعرفة باللقاء ، أو كما يقول : « فرأيت أننى لا أصل الى الحق الا من آراء يكون عنصرها الأمور الحسية ، وصورتها الأمور العقلية » وابن الهيثم يتشكك فى المعرفة المتواترة ، ويشك فى مقوماتها شكا قريبا من شك ديكارت ، وان كان لا يمت اليه فى روحه العامة من حيث أن الباعث على هذا الشك الأخير لم يكن الا رغبة ديكارت فى أن يقيم اليقين الذى أقامه بعد الشك على أسس ميتافيزيقية ، بينما ابن الهيثم يقصد الوصول الى نوع من « الغريلة » الهدف من ورائها الوصول الى أحكام قاطعة لكل زمان ومكان ، ويقول :

« ولعلنا ننتهى بهذا الطريق الى الحق » .

وأى حق هو ؟

« الذى به يثلج الصدر » .

لقد ورث الفكر الاسلامى تركة مثقلة بالمتناقضات فى كيفية الابصار ، ورث فكرة الفيثاغوريين وهم شيعة فيثاغورس التى تنادى بخروج ذرات أو بالأحرى دقائق تنبعث من المبصر ، اذا وردت الى البصر يحدث عن وقوعها علة الابصار ، فكرة قريبة الشبه من نظرية الجسيمات التى قال بها « نيوتن » والتى يعد بحسبها الضوء كأنه دقائق تنبعث من الجسم المضى .

وورث أيضا فكرة « أمبدوقليس » الفيلسوف اليونانى المتوفى عام ٤٣٥ ق.م ، فالوجودات فى نظره تتكون من « عناصر » أو أجرام

غير متجزئة ، ويسود عالم الوجود في نظره قوتان أو محركان ، أحدهما المحبة أو الألفة والثانى العداوة أو الغلبة أو البغضة ، فبمعامل المحبة تتجاذب وتتصل تلك العناصر كل مثيل الى مثيله ، وكل نوع الى نوعه ، وبمعامل الغلبة تتنافر الأنواع عن غيرها ، والأشياء عن أضدادها .

والادراك بوجه عام هو في نظره من اتصال العناصر في الموجودات الخارجة بأنواعها في الانسان ، والأبصار بوجه خاص هو بخروج عناصر من البصر واتصالها بعناصر من نوعها تخرج من البصر ، وبوقوع الاتصال بين هذه وتلك يحدث الابصار .

وكذلك ورث مذهب أفلاطون « ٤٢٨ - ٣٤٧ ق.م » في الابصار ، ويتلخص مذهبه في زعمه أن البصر لا يدرك المبصر الا على النمط التالى :

فمن البصر ينبعث ما عبر عنه الأفلاطونيون « بالنار الالهية » أو « بالقوة النورية » وهو ما شاع تسميته عند الاسلاميين بالروح الباصر ، فاذا خرجت النار الالهية من البصر في ضوء النهار ، اتصلت بذلك النور الذى من نوعها ، واذا ما اتصل المثل بالمثل على هذه الكيفية اندمجا واتحدا وتكون منهما الشعاع الذى به يدرك البصر المبصر .

وورث أيضا مذهب أرسطو الذى عارض فيه مذهب أفلاطون ، فهو يرى أن الضوء صفة ، أو كيفية عارضة تعرض على الوسط أو الجسم المشف الذى يتوسط بين المبصر والبصر ، وأنكر أن للضوء وجودا فى ذاته ، فالضياء ليس بجسم نير ، فالجسم اذا تحرك فانما تكون حركته فى زمان والضياء لا يتحرك فى زمان ، كما أنكر أن الضوء يقبل الحركة أو أن يكون شيئا يرد من البصر ، والا فكيف يتفق أنه يوجد شيئان فى مكان واحد ؟

فهو صفة عارضة تعرض على المشف اذا ما زالت عنه كانت

الظلمة ، والظلمة ليست جسما فيجب أن يكون الضوء ليس هو جسما ، وذلك أن قوة المتضادين واحدة ، فان كان أحدهما عرضا كان الآخر عرضا كالسواد والبياض .

فالإبصار في زعمه هو انطباع يحدث في البصر لا من جراء شيء يرد من المبصر الى البصر ، وانما بفعل المشف المتوسط عن قبوله تلك الصفة العارضة عليه .

ولم يدم رأى أرسطو ، فلم يقبله « ابيقور » (٣٤١ - ٢٧٠ ق.م) لأنه نحا في فلسفته المنحى الحسى البحت ، وأبطل فيها وجود اللامادى غير المحسوس ، لذلك لم يقبل القول بأن المبصر يؤثر في البصر عن بعد ، دون أن يرد منه الى البصر شيء ، فقرر فكرة « الورود » فالمبصرات في زعمه « أشباح » أو « صور » هي أخيلة رقيقة على مثال الأجسام المبصرة نفسها تنخلع عنها ، وتنبعث منها باتصال واستمرار ، والإبصار هو ورود هذه الأشباح الى العين .

وقد ظل مذهب أرسطو المنطوى على عدم ورود شيء من المبصر الى البصر ، ومذهب ابيقور المنطوى على ورود شبح من المبصر الى البصر يتنازعان آراء الفلاسفة الطبيعيين زمنا طويلا ، والغريب أنه على الرغم من تناقضهما فقد اندمجا معا ، وتكون منهما مذهب كان هو مذهب ابن سينا في الإبصار .

فابن سينا قد جمع بين النقيضين ورأى أن الإبصار هو « باتشاح شبح المبصر » في البصر بمجرد المحاذاة ، دون أن يكون ذلك ورود شيء منه الى البصر .

أما فلسفة الرواقيين (٣٣٦ - ٢٦٤) ، وهى التى سادتها المادية ، فكل ما هو موجود مادى محسوس فى زعمهم ، وفعل الجسم فى الجسم أو تأثيره فيه لا يكون الا بالاتصال المادى بين الجسمين أو بتماسهما ، وكذا الإدراك بتوسط الحواس .

فالإبصار فى زعمهم لا يكون الا بالاتصال الفعلى أو المادى بين العضو الحاس وهو العين وبين المبصر ، وكيفية ذلك أن

يخرج من العين « شعاع » على شكل مخروط رأسه عند العين وقاعدته عند سطح المبصر ، فإذا ما خرج هذا الشعاع من فالعين ووقع على المبصر فلمسه حدث الإبصار ، فكأن العين وهى العضو الحاس تمتد حتى تلمس المبصر ، وكأن الشعاع بمثابة ما يسميه علماء الحشرات قرون الاستشعار (١) ، والقول بالشعاع الخارج من العين هو المذهب الرياضى فى العصر الاسكندرانى ، وأطلق عليهم ابن الهيثم أصحاب الشعاع .

جاء ابن الهيثم فأحدث ثورة علمية فى علم الضوء ، أحدث تحولا فى النظر الى الأشياء من فكرة ترى العالم وكأن أجزاءه تنتظم حسب طبيعتها المثلثى الى فكرة ترى العالم تجرى الأحداث فيه حسب نظام ثابت .

كانت الفكرة القديمة المتوارثة من الأغارقة تتمثل فى أن للموجودات طبائع هى فى أساسها من طبيعة الانبسان ، كانوا يؤمنون بوجود نوع من الارادة الموجهة عند هذه الموجودات ، قد تكون ارادة غير واعية ، ولكنها على أية حال ارادة حيوانية عنيدة فالنار تصاعد الى أعلا ، والموجودات الثقيلة تساقط الى أسفل ، والهواء مقدر له أن يتصاعد الى طبقات الجو ، كل يتحرك بدافع من نفسه ، ليجد مستقرا له فى تلك الأماكن ، وضوء الشمس ينير العالم دفعة واحدة فلا يصل الى الأرض فى زمان ، والإبصار يكون عن طريق خروج شعاع من العين حين يقع على المبصر يسبب الاحساس بالإبصار ، شعاع له ارادة موجهة عنيدة تريد مستقرا .

جاء ابن الهيثم وأثبت أن الضوء هو مجموعة من أحداث ، وأن له وجودا فى ذاته ، وأنه ينتقل طبقا لنظام ثابت ذى نموذج الى مسبق فى كل زمان وفى كل مكان ، والأضواء كلها من جنس

واحد ، سواء كانت أضواء ذاتية من الشمس أو الكواكب
أو أضواء عرضية ، أو أضواء صادرة من فتيلة مشتعلة ، كلها
تخضع لنظام واحد تمتد من المبصر الى المبصر على سموت
خطوط مستقيمة ، ويقول بلفظه :

« ان امتداد الضوء على سموت خطوط مستقيمة يظهر
ظهوراً بينا من الأضواء التي تدخل من الثقوب الى البيوت
المظلمة ، فان ضوء الشمس وضوء القمر وضوء النار اذا دخل
في ثقب الى بيت مظلم ، وكان في البيت غباراً ، أو أثر فان الضوء
الداخل من الثقب يظهر في الغبار الممازج للهواء ظهوراً بينا ،
ويظهر على وجه الأرض أو حائط البيت المقابل للثقب .

ويوجد الضوء ممتداً من الثقب الى الأرض أو الى الحائط
المقابل للثقب على سموت خطوط مستقيمة ، وان اعتبر هذا
الضوء الظاهر يعود مستقيم وجد الضوء ممتداً على استقامة العمود ،
وان لم يكن في الأرض غبار وظهر الضوء على الأرض وعلى الحائط
المقابل للثقب ، ثم جعل بين الضوء الظاهر وبين الثقب عود
مستقيم ، أو مد بينهما خيط مداً شديداً ، ثم جعل فيما بين
الضوء والثقب جسم كثيف ظهر الضوء على ذلك الجسم الكثيف ،
وبطل من الموضع الذي كان يظهر فيه .

ثم ان حرك الجسم الكثيف في المسافة الممتدة على استقامة
العود وجد الضوء أبداً يظهر على الجسم الكثيف ، فيتبين
من ذلك :

ان الضوء يمتد من الثقب الى الموضع الذي يظهر فيه الضوء
على سموت خطوط مستقيمة . »

ان الملكة العلمية الطبيعية في هذا العقل العبقري ، هي التفسير
على سموت خطوط مستقيمة ان الملكة العلمية الطبيعية في هذا
العقل العبقري ، هي التفسير الذي لا غنى عنه لجميع أعماله
واعتباراته ، ويتضح ذلك من جمع الحوادث المتفرقة في ظاهرة

واحدة ، لأنها بنية حية وليست أشتاتاً من الحوادث يمسكها السمط ، ولكنها في نظر ابن الهيثم تؤخذ جانباً جانباً كما تؤخذ الصور من جوانبها المتعددة ، وحين تتحرك هذه الصور الساكنة يتولد عنها « فيلم » سينمائي فيه حياة وفيه موضوع ، هذا هو النظام الذي ارتآه ابن الهيثم للأضواء الذاتية والأضواء العرضية والأضواء الصادرة عن وهج الشموع ، نظام يجمع هذا الهرج والمرج في التفسيرات السابقة لهذه الأضواء على الرغم من اختلافها الظاهر ، ورغم هذا الاختلاط بينها ، فإنه قد تمكن بعد دراستها أن يستدل على رابطة تنشأت عليها .

* * *

ان البحوث العملية لابن الهيثم التي استقرأها واستنبطها عن خواص الأضواء الذاتية وخواص الأضواء العرضية ، قد أثبتت أن الخواص واحدة في الحالتين ، مما يقوم دليلاً على أن ماهية الأضواء الذاتية ، وماهية الأضواء العرضية واحدة ، فبذلك يصبح مذهب ابن الهيثم في التوحيد بينهما لا يعوزه برهان ، وتصير نظريته في أن للضوء وجوداً ذاتياً ، وإن الأبصار إنما هو بفعل هذا الضوء الذي يشرق من البصر ، وينفذ في المشف إلى البصر ، تصير هذه النظرية وطيدة البنيان ، رغم انكار الكثير من الفلاسفة لها ، أما أصحاب التعاليم فإنهم لم يسموا إليها .

وها هو أثير الدين مفضل بن عمرو الأبهري العالم الإيراني الفيلسوف الذي توفي عام ١٢٦٣ م لا يذكر نظرية ابن الهيثم في الابصار رغم مضي أكثر من مائة عام عليها . ففي مخطوطه « هداية الحكمة » الموجود بدار الكتب (١) يقول ان مذاهب الابصار ثلاثة :

(١) ٣٤ فلسفة .

١ - **مذهب الرياضيين** : وهو أن الابصار بخروج شعاع من العينين على هيئة مخروط رأسه عند مركز البصر ، وقاعدته عند سطح المبصر ، ثم انهم اختلفوا فيما بينهم ، فذهب جماعة الى أن ذلك المخروط مصمت ، وذهب جماعة أخرى الى أنه مركب من خطوط شعاعية مستقيمة ، أطرافها التي تلى البصر مجمعة عند مركزه ثم تمتد متفرقة الى المبصر .

فما ينطبق عليه من المبصر أطراف تلك الخطوط أدركه البصر ، وما وقع بين أطراف تلك الخطوط لم يدركه ، ولذلك يخفى على البصر المسافات التي في غاية الدقة في سطوح المبصرات ، وذهب جماعة ثالثة الى أن الخارج من العينين خط واحد مستقيم ، فاذا انتهى الى المبصر يتحرك على سطحه في جهتي طوله وعرضه حركة في غاية السرعة ، وتتخيل بحركته هيئة مخروطية .

٢ - **مذهب الطبيعيين** : وهو أن الابصار بالانطباع ، وهو المختار عند أرسطو وأتباعه كالشيخ الرئيس وغيره : قالوا ان مقابلة المبصر الباصرة توجب استعدادا تفيض به صورته على الجليدية ، ولا يكفى في الابصار الانطباع في الجليدية ، ولا يرى شيء واحد شيئين لانطباع صورته في جليديتي العينين ، بل لابد من تأدى الصورة الى ملتقى العصبيتين المجوفتين ، ومنه الى الحس المشترك ، ولم يريدوا بتأدى الصورة من الجليدية ومنه الى الحس المشترك انتقال الغرض الذي هو الصورة ، بل أرادوا أن انطباعها في الجليدية معد بفيضان الصورة على الملتقى ، وفيضانها عليه معد لفيضانها على الحس المشترك .

٣ - **مذهب طائفة الحكماء** : وهو أن الابصار ليس بالانطباع ولا بخروج الشعاع الذي في البصر ، بل ان الهواء المشف الذي بين الرائي والمرئي يتكيف بكيفية الشعاع الذي في البصر ، ويصير بذلك آلة للابصار .

* * *

هذا المذهب الأخير يرفضه ابن الهيثم فيقول :

« وامتداد الضوء في الأجسام الطبيعية هو خاصة طبيعية لجميع الأضواء ، ولا يصح أن يقال ان امتداد الضوء في جميع الأجسام المشقة على سموت الخطوط المستقيمة هو خاصة تخص الأجسام المشقة .

لأن هذا القول الأخير يفسد عن السبر والاعتبار ، والقول الأول هو الصحيح ، وذلك انه لو كان امتداد الضوء في الجسم المشق هو خاصة الجسم المشق ، لكان امتداد الضوء لا يكون الا على سموت مخصوصة ، وليس يوجد الأمر كذلك .

بل توجد الأضواء في الأجسام المشقة على سموت متقاطعة ومتوازية ومتلاقية وغير متلاقية في وقت واحد ، ومن ضوء جسم واحد .

وذلك أن كل نقطة من الجسم المضيء يمتد منها ضوء على كل خط مستقيم يصح أن يمتد من تلك النقطة ، فالأضواء التي تمتد من نقطتين مفترقتين من النقط التي في الجسم المضيء تكون متقاطعة ، أعنى أنه يكون الخطوط الممتدة من احدى النقطتين في جميع الجهات متقاطعة للخطوط الممتدة من النقطة الأخرى في جميع الجهات .

واذا حضر في الوقت الواحد عدة من الأجسام المضيئة امتدت الأضواء من كل واحد منها ، فتكون الخطوط التي يمتد عليها جميع تلك الأضواء مختلفة الوضع اختلافا متفاوتا ، ويعرض من ذلك أن يكون امتداد الأضواء في جهات متضادة اذا كانت الأجسام المضيئة في جهات متضادة بالقياس الى الجسم المشق .

فيبطل الاختصاص ، ولا يكون في الجسم المشق سموت مخصوصة تؤدي الضوء ، ومع ذلك فان الحركات الطبيعية

لا تكون في جهات متضادة ، فلو كانت الصورة المؤدية للضوء التي في الجسم المشف تؤدي الضوء على سموت مستقيمة بخاصة تخصها لكانت لا تؤدي الضوء على سموت واحدة بأعيانها في جهتين متضادتين .

واذا كانت الأضواء تمتد في الجسم الواحد المشف على سموت واحدة بأعيانها في جهتين متضادتين فليس امتداد الضوء في الأجسام المشفة على سموت الخطوط المستقيمة بخاصة تخص الأجسام المشفة ، وإذا كان الضوء لا يمتد الا في الأجسام المشفة ولا يمتد في الأجسام المشفة الا على سموت خطوط مستقيمة ، وكان الامتداد على الخطوط المستقيمة ليس هو بخاصة تخص الأجسام المشفة ، فليس امتداد الضوء على سموت الخطوط المستقيمة الا بخاصة تخص الضوء ، فخاصة الضوء أن يمتد على سموت خطوط مستقيمة ، وخاصة الشفيف أن لا يمنع نفوذ الأضواء في الأجسام المشفة ، والضوء الممتد في الأجسام المشفة على سموت الخطوط المستقيمة هو الذي يسمى شعاعا .

فالشعاع هو الضوء الممتد من الجسم المضيء في الجسم المشف على سموت خطوط مستقيمة ، والخطوط المستقيمة التي يمتد عليها الضوء هي خطوط متوهمة لا محسوسة ، والخطوط المتوهمة مع الضوء الممتد عليها لمجموعها هو الذي يسمى الشعاع .

فالشعاع هو صورة جوهرية ممتدة على خطوط مستقيمة ، وانما يسمى أصحاب التعاليم شعاع البصر شعاعا لشبهها بشعاع الشمس وشعاع النهار » .

وهنا يقرر ابن الهيثم قرارا جازما بأن الضوء وامتداده ، ومن ثم الابصار ليس بخاصة تخص الأجسام المشفة ، ولا يتكيف الهواء وهو الشفيف بكيفية خاصة فتصيره آلة للابصار ، انما الضوء وله كيان بذاته يمتد في الأجسام المشفة سواء كانت هواء أو ماء

أو زجاجا بصفة واحدة وكيفية واحدة على سموت الخطوط المستقيمة .

هذا نظام قد خطه ابن الهيثم واستقر رأيه عليه نهائيا ، نظام استقصى البحث فيه من الناحية العملية والتجريبية ، نظام يشترك فيه جميع الأضواء ذاتيها وعرضيها ، وأنه طبيعة ثابتة للضوء بما هو ضوء ، وليست صفة عارضة تعرض في بعض الأحوال ، وتزول في بعض الأحوال ، وأن امتداد الضوء على السموت المستقيمة ليس من لواحق الضوء نفسه ، وليس من لواحق الجسم المضيء الذى يشرق منه الضوء ، بل انه لازمة لا تنفك عن الضوء ، حتى اذا انعكس عن سطح الصقيل الى جهة خاصة أو انعطف فى مشف آخر أو خرج نافذا منه .

وتجاربه فى هذا الصدد من البساطة بمكان ، فهى لا تختلف كثيرا عما نجده فى كتب الدراسة الأولية فى الوقت الحاضر ، فضاء الشمس اذا دخل بيتا مظلمًا من ثقب ، وكان الهواء الذى فى البيت كدرا بغير أو دخان ، فان الضوء يظهر ممتدا على استقامة من الثقب الذى يدخل منه الضوء الى الموضع الذى ينتهى اليه ذلك الضوء من أرض البيت أو جدرانه .

واذا كان الهواء صافيا نقيا ، ولم يظهر امتداد الضوء للحس ، وأخذ المعتبر جسما كثيفا وقطع به السموت المستقيم بين الثقب وموضع الضوء عند أية نقطة كانت ، وجد الضوء يظهر على ذلك الجسم الكثيف ، ويبطل من الموضع الذى كان يظهر فيه من أرض البيت أو جدرانه .

ويقول ابن الهيثم فى المقالة الأولى من المناظر :

« واذا اعتبر المعتبر أى مسافة شاء من المسافات المنعرجة والمنحنية والمقوسة التى بين الثقب وبين الموضع الذى يظهر فيه الضوء فقطعها بالجسم لم يظهر فيها شيء من ذلك الضوء » .

وهو يتخذ ظاهرة الاظلال دليلا على امتداد الأضواء على السموت المستقيمة ويقول بلفظه : « وقد يظهر هذا المعنى أيضا في جميع الأضواء من الاظلال ، فان الأشخاص المنتصبية الكثيفة اذا أشرق عليها الضوء ، وظهرت اظلالها على الأرض وعلى ما يقابلها من الأجسام الكثيفة ، توجد الاظلال أبدا ممتدة على استقامة ، وتوجد المواضع التي استظلت هي المواضع التي قطعت الأشخاص المظلة المسافات المستقيمة التي بينها وبين الجرم المضيء الذي انقطع ضوءه عن تلك المواضع » .

ومن خواص الضوء ما نعبر عنه في الوقت الحاضر بالحزمة الضوئية التي تخرج من الجسم المضيء على هيئة مخروط ، فضاء الشمس اذا نفذ من ثقب ضيق يوجد أبدا منحرفا انحرافا محسوسا ، بحيث اذا ما وقع على جسم يقابل الثقب وجدت المسافة المستقيمة به أوسع من الثقب أضعافا مضاعفة ، ويستدل من هذه المشاهدة على أن ضوء الشمس حتما يشرق من جميع أجزائها الى الثقب الضيق على سموت خطوط مستقيمة ، يلتئم منها شكل مخروطي ، ثم يمتد الضوء بعد ذلك على سموت الخطوط المستقيمة نفسها ، فيحدث مخروط آخر مقابل للمخروط الأول .

ويستدل ابن الهيثم على أن الضوء يشرق من الجسم المضيء سواء كان شمسا أو قمرا أو ذبالة من جميع أجزاء الجسم ، وأنه يمتد على السموت المستقيمة .

ولعل من أجدر تجاربه بالذكر في هذا الصدد تجربة أوردها في مقالة في ضوء القمر ، بين بها أن جرم القمر اذا أشرق عليه ضوء الشمس وصار مضيئا ، فان ضوءه يشرق من كل نقطة من سطحه على كل نقطة تقابلها كما تشرق الأضواء الأولى من الأجسام المضيئة بذواتها .

ولا يقتنع ابن الهيثم بالتجاوب المباشر ، بل يمضى فى تحقيق الامتداد على السموت المستقيمة فى الأضواء المنعكسة ، وفى الأضواء النافذة من الأجسام المشفة ، ويصف لذلك تجارب كثيرة ، ويتلخص بعضها فى أن يؤتى بجسم كثيف تقطع به المسافة المستقيمة بين السطح الصقيل العاكس ، وبين موقع الضوء الذى ينعكس عنه .

أو بين الجسم المشف وبين موقع الضوء النافذ منه ، الذى هو منه بمثابة الظل ، حيث يتبين فى جميع الأحوال أن الامتداد هو فعلا على السموت المستقيمة .

ويستعين أيضا فى بعض تجاربه لبيان امتداد الأضواء المنعكسة على السموت المستقيمة بظاهرة الظلال ، حيث اذا استقبل الضوء المنعكس على جسم كثيف أبيض يوضع بالقرب من السطح العاكس ، ودخل فى المسافة المستقيمة بينهما ميل دقيق أو خلاله ، لوحظ ظهور ضوء منعكس على الميل نفسه ، وظهور ظل الميل على الجسم الكثيف الأبيض .

وهو يعنى فى بحوثه فى الانعطاف أن الضوء عند نفوذه من وسط مشف كالهواء الى آخر مشف يختلف شفافته عن شفاف الأول كالماء أو الزجاج فانه يمتد فى المشف الثانى أيضا على السموت المستقيمة سواء كان نفوذه فيه مقرونا بالانعطاف أو غير مقرون .



ان تصنيف الأشياء غير المتطابقة فى رتبة واحدة أو مجموعة واحدة أصبح شيئا مألوفًا جدا بحيث نسينا مدى أهميته ، يعتمد هذا التقسيم على القدرة على تمييز عوامل الشبه بين الأشياء بالرغم من أنها غير متطابقة تماما ، فنحن نقسمها تبعا لما نراه فيها من عوامل مشتركة ، أى بما نحس فيها من تشابه ، وبحكم العادة أصبحنا نظن أوجه الشبه واضحة .

والمقدرة على تصنيف الأشياء ووضعها في أقسام متشابهة
وأخرى مختلفة ، لهى في رأى أساس التفكير البشرى ، وهى حقا
مقدرة بشرية أن نرى أوجه التشابه التى لم توجد لها الطبيعة .

لقد أدرك « نيوتن » أن ما يحدث فوق الأرض من جاذبية
هو عين ما يحدث فى السماء من جاذبية بين الأجرام السماوية ،
سقطت التفاحة فوقه كما يقولون نتيجة جاذبية الأرض فاسترعت
نظره فقام لتوه بحسب قوة الجاذبية بين القمر والأرض ، فبصيرة
هذا العبقرى وسرعة ادراكه كانت فى تمييزه لأوجه الشبه بين
سقوط التفاحة وتحرك القمر فى مداره حول الأرض ، بما لم يدركه
أحد من قبله .

تعتمد نظرية الجاذبية أو التأثير عن بعد على هذا الارتباط ،
الذى قد يبدو لنا اليوم واضحا مألوفاً ، على حين كان أتباع
الفكر الارسططاليسى يرونه مجرد خيال ، كانوا يعتبرون مجرد
سقوط التفاحة حدثاً عادياً لأن لها ارادة حيوانية عنيدة لتستقر
فى مكانها التحتانى ، ومجرد تصاعد اللهب والدخان حدث ضرورى
ليستقر فى مكانه الفوقانى ، كل بحسب طبيعته التى أضفيت
عليه من قبل .

أما نيوتن فقد اقتنع بأن سقوط التفاحة انما يرجع الى علة
أساسها الجاذبية ، وبذلك اقترب التفكير العلمى الى مفهوم
السببية الكامن فى النظام الكونى .

ولقد سبقه ابن الهيثم فى هذا الصدد عند دراسته ظاهرة
الاضلال ، فما يحدث فى السماء من خسوف وكسوف هو عين
ما يحدث فوق الأرض من ظلال ، فاذا أشرق الضوء على جسم
كثيف استتر ما وراء هذا الجسم عن الضوء ، واذا رفع الكثيف
أشرق الضوء على الموضع المستظل :

ظاهرة مألوفة فى غاية البساطة تعتبر من المدركات الأولية
التي يراها الجميع فى كل زمان ومكان ، ولكن ليس لكل أن يستطيع

الربط بينها وبين ظاهرتي الخسوف والكسوف ، الا من أوتى بصيرة نافذة .

لقد أفرد ابن الهيثم للاضلال مقالة خاصة هي « مقالة في الاضلال » تناول فيها أمورا كثيرة ، ذلك لأن ظاهرة الاضلال لها شأن كبير في علم الفلك ، وهى كما يقول ابن الهيثم في مقدمة مقالته أحد الأصول المعتمد عليها في علم الهيئة ، فالخسوفات بأنواعها المختلفة تحدث عن الاضلال ، وتحقيق مقادير الخسوفات وأزمانها لا يتأتى الا بدراسة أشكالها .

ويستفاد من مقالة ابن الهيثم أن الذين تناولوا هذه الظاهرة بالبحث من قبله ، لم يستوفوا بحثها ولم يبينوا أشكال الاضلال المختلفة ، ولم يميزوا بين ما نسميه « الظل » وما نسميه « شبه الظل » في الوقت الحاضر ، واقتصرت أقوالهم على ناحية واحدة من نواحيها .

وأجرى بعض التجارب الأرضية ، اذ استخدم « سراجا ذا فتيلة غليظة » وجعله على مسرحة مرتفعة عن الأرض في بيت لا يدخله الضوء ، وجعل بعد السراج عن الحائط نحو ذراعين أو أقل ، واعتمد عودا دقيقا قابل به السراج ، ومد العود فيما بين السراج والحائط .

فاذا تأمل المعتبر ما يظهر على الحائط في مثل هذه الحالة وجد ظلا عريضا أعرض كثيرا من العود ، واذا قدم العود الى السراج ، اتسع عرض الظل ، واذا أبعده عنه وقربه نحو الحائط ضاق عرض الظل .

ودرس ابن الهيثم الظواهر المتعددة في الخزانة ذات الثقب ، وأجرى الكثير من التجارب والبحوث ، فتوصل الى دراسة كسوف الشمس ، والمقارنة بين صورة كسوف الشمس وصورة هلال القمر .

واستنتج بالاستعانة الى براهين هندسية الى أن نسبة بعد الشمس عن مركز الأرض الى قطر الشمس كنسبة ١١٥ : ١ ، وهى نسبة قريبة جدا مما نعرفه اليوم .

ان نسبة فضل الكشف عن ظاهرة تكون صور المرئيات بواسطة الثقوب الضيقة الى (دلاپورتا) كما هو الشائع المتواتر ، أو الى « روجر باكون » أو الى « قيتلو » أو الى « ليوناردو دافنشى » أو غيرهم من المتأخرين عن ابن الهيثم ، لا يكون مشكوكا فيها فحسب ، بل تكون قطعاً غير متفقة والواقع ، لقد سبق ابن الهيثم كل هؤلاء ، ولزم علينا أن نؤكددها وننشرها (١) .

* * *

يرى ابن الهيثم فى جميع ظواهر الضوء مجموعة من الحوادث العالية ، التى تخضع لمجموعة من القوانين العلية ، ومعنى الحوادث هنا قريب جدا من المعنى الذى استعملها فيه متكلموا السنة ، حين أطلقوا كلمة الحوادث مفردها حدث ، وليس حادثة على الأعراض أو صفات المادة التى لا تدوم ، فالحوادث وحدات صغيرة جدا ليس لها حيز فى المكان أو اتصال فى الزمان .

فمهما كان سطح الصقيل ، مسطحاً كان أو محدباً أو مقعراً أو اسطوانياً فان الضوء ينعكس فوق سطحه طبقاً لقوانين عليّة هى قوانين الانعكاس ، أى زاوية السقوط تساوى زاوية الانعكاس ، والشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود على السطح عند نقطة السقوط تقع كلها فى مستوى واحد .

ومهما كان سطح الشفيف دائرياً أو مسطحاً أو غير ذلك فان الضوء حين ينفذ من شفيف الى شفيف آخر فانه يخضع لأحكام وقوانين عليّة ثابتة ، قد أوضحناها فى أبواب تالية ، والأجسام

(١) مصطفى نظيف .

المشفة يختلف شفيفها ، وكل نوع من أنواعها يختلف شفيفه ما سوى جسم الفلك ، وذلك أن الهواء يختلف شفيفه فمنه غليظ ومنه لطيف ، والغليظ كالضباب والدخان ، وما خالطه غبار أو دخان ، ومنه لطيف كالأهوية التى بين الجدران والهواء القريب من الفلك .

الضوء بحسب مذهب ابن الهيثم ليس بجوهر وليس بمادة ، بل هو شئ موجود بذاته ، هو مجموعة من حوادث ، تشرق الشمس فينتقل الضوء فى زمان ، ينتقل فى شفيف الفلك ثم ينعطف فى شفيف الهواء فنرى الكواكب فى وضع ظاهرى يدرسه ابن الهيثم ، ثم ينعكس فوق السطوح التى تعترضه وينعطف فى الماء وهكذا فهو مجموعة من حوادث يخضع لقوانين عليّة كما تخضع الموجودات والأجرام السماوية الى قانون على هو قانون الجاذبية .

وعلى هذا الأساس درس ابن الهيثم الحوادث التالية :

تعيين نقطة الانعكاس عن المرآة الكرية - وتعيين نقطة الانعكاس عن المرآة الاسطوانية ، وتعيين نقطة الانعكاس عن المرآة المخروطية - والخيالات التى ترى بالانعكاس ، وتفصيل أحوال الخيالات التى ترى فى المرايا الكرية ، وأحكام الانعطاف وما يتعلق بالانعطاف عند السطوح المستوية - وخیال النقطة البصرة الذى يرى بالانعطاف - وخیالات المبصرات المدركة بالانعطاف عند السطح المستوى - والانعطاف عند السطوح الكرية وما يترتب على الانعطاف من الظواهر الجوية - والخيالات التى ترى بالانعطاف عند السطوح الكرية - درس كل هذا دراسة مستفيضة ووضع لها نظاما ، كانت المرجع الأساسى فى عصر التنوير وعصر النهضة بأوروبا بل ان الأشكال الهندسية التى جعلها كوسائل إيضاح قد نقلت بحرفها عند « تيودوريق » « وروچر (١) باكون » « وروبرت جروستست » و « قيتلو » و « ديكارت » .

(١) انظر كتاب الدكتور كرومبى « أوجسطين الى جاليليو » .

ودراسات ابن الهيثم هذه ليس المجال لها هنا ، ويكفى أن
نشير الى كتاب الأستاذ مصطفى نظيف لمن يطالب المزيد .

* * *

بقيت نقطة أخيرة لزاما علينا أن نذكرها ، لكى نبرز المنهج
العلمي الذي اختطه ابن الهيثم في بحوثه ، فنقول :

ان رجال المنهج العلمي ليختلفون — وما يزالون يختلفون الى
يومنا هذا — أى المنهجين أولى في البحث العلمي : الاستقراء الذي
قصاراه نتائج محتملة الصدق ، أم الاستنباط الذي يضمن اليقين
في النتائج ، على شرط أن تكون مقدماته يقينية ، ولا تكون المقدمات
كذلك الا اذا جاءت عن غير طريق الملاحظة الخارجية .

أى أنها تجيء عن طريق الادراك الحدسي المباشر من الداخل ،
أم أنه لا بد من الجمع بين هذا وذاك : فنلاحظ ظواهر الطبيعة أولا ،
ثم نحس بالعيان العقلي فرضا نفرضه لتفسير ما قد لاحظناه ،
ثم نركن الى الاستنباط في استخراج ما يلزم عن ذلك الفرض
لنوما عقليا .

ان لكل من هذه الاتجاهات من يناصره ، ففرانسييس باكون
(١٥٦١ — ١٦٢٦ م) مثلا نصير للملاحظة الخارجية وحدها ،
انه يقصر البحث على المشاهدة أو التجربة والاكتفاء بجميع
المشاهدات أو نتائج التجربة ، طريقة ضيقة محدودة ، لا نخطيء
كثيرا اذا قلنا انها تجعل من العالم الباحثة آلة ترقب وتدون وتبواب
وتفهرس ، وانها تهوى بالعلم من سموه الى الوصف المجرد من
الخلق أو الابداع .

وديكارت (١٥٩٦ — ١٦٥٠ م) نصير للاستنباط العقلي وحده .
وچون ديوى (١٨٥٩ — ١٩٥٢) نصير للجمع بين الملاحظة
الخارجية والاستنباط معا ، هذه الطرق في البحث التي تعد من
مبتكرات العصر الحديث قد أدركها ابن الهيثم في القرن

الحادى عشر الميلادى ، فهو قد أدرك ضرورة الأخذ بالاستقراء ،
والأخذ بالقياس ، والأخذ فى بعض البحوث بالتمثيل كتجاربه فى
الانعكاس والانعطاف من الناحية الميكانيكية ، ثم ضرورة الاعتماد
على الواقع الموجود ، على غرار المنوال المتبع فى البحوث العلمية
الحديثة .

فابن الهيثم لم يسبق (١) « فرنسيس باكون » الى ادراك خطر
عنصر الاستقراء فحسب ، بل سما عليه ، لأنه أدرك العناصر
الأخرى التى لم يدركها « باكون » من بعده ، وأيضا ابن الهيثم لم
يطل فى الكتابة عن الطريقة المثلى فى البحث ، دون أن يقوم ببحث
يصح أن يتخذ مثالا يهتدى به ، كما فعل « باكون » بل اكتفى بأن
يلم بعناصرها فى قول موجز ، وانطلق يسلك سبيلها فى بحوثه
ودراساته عملا وفعلا .

(١) مصطفى نظيف .

فكرة الدالة عند ابن الهيثم

اقتبست الحياة العامة استعمال كلمة دالة بمعناها الشائع الذى يستعمل فى الرياضيات ، مثال ذلك أن نقول « ان مزاج الانسان دالة هضمة » تكون قد استعملنا الكلمة بمعناها الرياضى نفسه ، ويكون المقصود بها ، امكان تحديد قاعدة تنبؤنا عن حالة مزاجه اذا علمنا حالة هضمه ، فالفكرة سهلة فى حد ذاتها ، وما علينا الا أن نرى كيفية تطبيقها فى الرياضيات على الأعداد المتغيرة .

ولنبداً بأمثلة محسوسة :

فاذا سار قطار بسرعة منتظمة قدرها عشرون ميلا فى الساعة ، فالمسافة f التى يقطعها خلال أى عدد من الساعات ، وليكن t تحسب بموجب المعادلة .

$$f = 20 \cdot t$$

فيقال ان f هى دالة للزمن t .

فاذا تغير الزمن t تغيرت المسافة .

ودالة الجسم الساقط من حالة السكون هى :

$$f = \frac{1}{2} \cdot t^2 ، \quad \frac{1}{2} \cdot t^2$$

حيث h هى العجلة الأرضية ، والمسافة هنا دالة لمربع الزمن t .

كل هذه دوال خاصة ، ولكن الرياضيات بحكم الطبع تنزع الى تعميم أساليبها ، فهي ترمز الى الفكرة العامة لكل دالة بالرمز .

ص = د (س)

فالدالة ليست الا نوعا من الرابطة بين متغيرين ، فاذا تغيرت قيمة س تغيرت قيمة ص تبعا لها .

ولم تظهر الدالة في الرياضيات الاغريقية الا لماما ، ذلك لأن روح هذه الحضارة انما يتصورها اليونانى وكأنها صادرة مباشرة عن رمزه الأولى ، رمز الجسم المنعزل الحاضر ، رمز الوجود على صورة نقط يسود بينها الانسجام ، والمكان على هيئة المكان الأوقليدى .

بينما نجد ابن الهيثم في تصوره الرياضى فى التحليل والتركيب أو في تصوره للضوء ذا ارادة متجهة أو قوة روحية تسودها ارادة ذات اتجاه ، وهذا ما عناه بلمية الضوء .

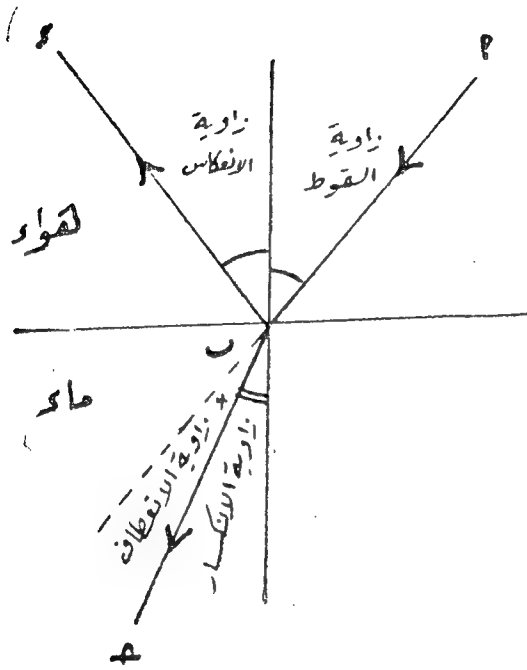
لذلك نجد أن أوقليدس عند دراسته لعلم المناظر ، أنما يدرس هذا العلم على أساس أن الضوء انما يسير فى خطوط مستقيمة يغلب عليها السكون ، وهى مكونة من نقط يسود بينها الانسجام ، وأشعة الضوء فى سقوطها وانعكاساتها ، تحدث زوايا ذات مقادير ، وأن زاوية السقوط تساوى زاوية الانعكاس اذا ما انعكست فوق سطح صقيل .

هذا هو الشرط الأول من قانون الانعكاس .

وظهرت بادرة من بوادى الدالة عند بطليموس حينما توصل الى ايجاد زوايا الانكسار للأشعة الضوئية اذا ما نفذت من وسط شفاف الى وسط مشف آخر أى من الهواء الى الماء مثلا حسب الشكل التالى .

فالشعاع أ ب الساقط فى الهواء على سطح الماء عند ب ينكسر الى ب ج داخل الماء ، وينعكس على السطح الفاصل الى ب د .

وزاوية السقوط تساوى زاوية الانعكاس .



كل ما عمله بطليموس هو قياس زوايا الانكسار في الماء ، المقابلة لزوايا سقوط في الهواء الفرق بين كل واحدة منها عشر درجات أى ٥١٠ ، ٥٢٠ ، ٥٣٠ ، ٥٤٠ ، ٥٥٠ .

ويحدثنا البرت ليجين "Albert Legeune" فى بحثه عن

جداول الانكسار لبطليموس الذى نشره فى مجلة الجمعية العلمية ببروكسل عام ١٩٤٦ أن بطليموس استطاع أن يحسب العلاقة بين

زوايا الانعكاس وزوايا الانكسار ، وايجاد الفروق بينها طبقا للجدول التالى :

زاوية السقوط	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠
زاوية الانكسار	٨	١٥ ½	٢٢ ½	٢٩	٣٥	٤٠ ½	٤٥ ½	٥٠
الفروق	٧ ½	٧	٦ ½	٦	٥ ½	٥	٤ ½	٤

ومن هذا الجدول يتضح لنا أن الفروق الثانية أى (٧ - ٧ ½) وهكذا = ¼ وهى كمية ثابتة فى جميع الحالات .

ويرى « البرت ليجين » أن هذا الحساب من جانب بطليموس لم يأت جرافا ، وانما قصد منه الوصول الى علاقة بين متغيرين هما زاوية السقوط وزاوية الانكسار ، أو حسب تعبيرنا الحالى :

زاوية الانكسار هي دالة لزاوية السقوط .

ويظهر ذلك جليا اذا ما استكملنا الصفوف الاولى من جدولته
هكذا .

زاوية السقوط	صفر	10°	20°
زاوية الانكسار	صفر	8	$15\frac{1}{4}$
الفرو	8	$7\frac{1}{4}$	7	

فعندما يكون الشعاع الساقط عموديا أى عندما تكون زاوية السقوط صفرا فان الشعاع النافذ في الماء لا ينكسر بل يستمر في طريقه دون أن يعانى انكسارا .

وسار ابن الهيثم على هذا النهج بل توسع فيه ، ولكنه اتجه الى قياس زوايا الانعطاف بدلا من زوايا الانكسار ، وابتكر أجهزة متنوعة على غاية من الدقة لهذه اقياسات لم يسبقه أحد من قبل اذ استخدم صفيحة ذات ثقب لكى يعزل الأشعة الساقطة المتفرقة الى حزمة ضيقة محددة السير والهدف .

ويقول في مخطوطه المقالة السابعة من المناظر ما نصه :

« فتبين من جميع ما بيناه بالاعتبار (أى التجارب) وبالقياص أن كل ضوء في جسم مضيء ، ذاتيا كان الضوء أو عرضيا ، قويا كان الضوء أو ضعيفا ، فان كل نقطة منه (أى من الجسم) يمتد منها ضوء ، في الجسم المشف المماس لها ، على كل خط مستقيم يصح أن يمتد منها ، هواء كان الجسم المماس لها أو ماء أو حجرا مشفا .

واذا صادفت الأضواء الممتدة في الجسم المماس للضوء الذى هو مبدؤها جسما مخالف الشفيف لشفيف الجسم الذى

هى فيه ، فان ما كان منها على خطوط قائمة على سطح الجسم الثانى امتد على استقامته فى الجسم الثانى ، وما كان منها على خطوط مائلة على سطح الجسم الثانى انعطف فى الجسم الثانى ولم ينفذ على استقامته ، وامتد فى الجسم الثانى على سموت خطوط مستقيمة غير الخطوط الأولى التى كان ممتدا عليها فى الجسم الأول » .

وفى موضع آخر مقالته السابعة ينص على أحكام الكيف فى الانعطاف هكذا :

« ان كل ضوء ينعطف من جسم مشف الى جسم آخر ، فان انعطافه أبدا يكون فى السطح القائم على سطح الجسم الثانى على زوايا قائمة » .

هذا الحكم لم يكن معروفا لدى بطليموس فى كتابه « المناظر » (أوبطيقا) فانه من المتفق عليه باجماع الآراء أن ابن الهيثم قد زاد على ما كان يعلمه السابقون النص الصريح على معنى القانون الذى يعرف الآن بقانون الانكسار الأول ، وهو الذى ينص على أن الشعاع الساقط والعمود من نقطة السقوط والشعاع المنعطف فى مستوى واحد .

وابن الهيثم فى النص على هذا المعنى قد أدرك حقا خطورته ، وأدرك أنه ركن أساسى بصرف النظر عن شكل السطح المماس سواء كان مسطحا أو كريا كما أثبت ذلك فى تجاربه المتعددة .

ثم يستطرد ابن الهيثم قائلا :

« وان كان الجسم الثانى أغلظ من الجسم الأول ، فان الانعطاف يكون الى جهة العمود الخارج من موضع الانعطاف ، القائم على سطح الجسم الثانى على زوايا قائمة ، ولا ينتهى الى العمود ، وان كان الجسم الثانى ألطف من الجسم الأول فان الانعطاف يكون الى ضد الجهة التى فيها العمود الخارج من

موضع الانعطاف القائم على سطح الجسم الثانى على زوايا قائمة ، على اختلاف أشكال سطوح الأجسام المشقة .

وان الضوء اذا انعطف من جسم مشف الى جسم ثان مشف ومن جسم ثان الى جسم ثالث ، فانه ينعطف أيضا عن سطح الجسم الثالث اذا كان الجسم الثالث أغلظ من الجسم الثانى كان انعطاف الضوء الى جهة العمود الخارج من موضع الانعطاف القائم على سطح الجسم الثالث على زوايا قائمة ، وان كان الجسم الثالث أطف من الجسم الثانى كان انعطاف الضوء الى ضد الجهة التى فيها العمود ، وكذلك ان انعطف الضوء الى جسم رابع وخامس وأكثر من ذلك .

ان هذه الأحكام وان كانت وصفية وكيفية ولكنها تحمل فى أركانها علاقات بين متغيرات كثيرة ربطها ابن الهيثم ربطا وثيقا يمسكها السمت فى صورة نظام تتحكم فيه قوانين ثابتة لكل زمان ولكل مكان .

والناحية الكمية من بحوث ابن الهيثم تشمل قياس زوايا الانعطاف المقابلة لزوايا سقوط معينة عند نفوذ الضوء من الهواء فى الماء ومنه فى الزجاج وبالعكس ، وعند نفوذه من الزجاج فى الماء أيضا ، وقد راعى فى الأحوال التى اعتبر فيها بالزجاج الانعطاف عند السطح المستوى وعند السطح الكرى بل وضمن بحوثه اعتبارات فى الانعطاف عند السطح الاسطوانى أيضا .

وبحوثه الكمية هذه لا تختلف من حيث الفكرة الأساسية التى أنبتت عليها عن البحوث الوصفية التوضيحية السابقة ، ولكنها تمتاز فى أن ابن الهيثم راعى فيها تخير الأوضاع التى كفت له قياس الزوايا التى أراد قياسها وحاول أن يتخذ قياسها وسيلة الى كشف العلاقة بين زاوية السقوط وبين زاوية الانعطاف ،

وبمعنى آخر أراد اثبات أن زاوية الانعطاف ما هى الا دالة
لزاوية السقوط .

وبحوث ابن الهيثم تتلخص فى ثلاث أنواع من التجارب :
فالنوع الأول خاص بانعطاف الضوء عند نفوذه من الهواء
فى الماء .

والنوع الثانى خاص بانعطاف الضوء فى كل من الوسيطين
الهواء والزجاج ، والزجاج والماء اذا كان السطح الفاصل بين
الوسطين مستويا .

والنوع الثالث خاص بانعطاف الضوء فى كل من الوسيطين
المذكورين اذا كان السطح الفاصل بينهما كريا أو اسطوانيا .

واستطاع ابن الهيثم تعيين مقادير زوايا الانعطاف وهى
الزوايا التى يحيط بها امتداد الخط الأول الذى يمتد عليه
الضوء فى الجسم الأول والخط الذى يمتد عليه فى الثانى .

وجعل المقادير تتفاضل بينها زوايا السقوط عشر درجات ،
أى ٢٠ ، ٣٠ ، ٤٠ ، ٥٠ ، ٦٠ ، ٧٠ ، ٨٠ درجة .

وابن الهيثم يعقب على شرحه هذا الأمر قائلا بلفظه :

« وان أحب المعتبر (أى صاحب التجربة) أن يعتبر الزوايا
خمس أجزاء خمس أجزاء ، فعل ذلك على مثل ما تقدم شرحه ،
وان أحب أن يعتبر ما هو أدق من خمس أجزاء فعل ذلك على
الترتيب الذى رتبناه » .

وأكبر الظن أن ابن الهيثم اكتفى فى بحوثه بالاعتبار
بالزوايا التى تتفاضل به عشر درجات فعشر .

لم تكن التجارب التى قام بها هينة يسيرة ، ولم تكن الأجهزة
التي استخدمها فى هذه التجارب فى متناول اليد كما هو الحال

اليوم حيث الحصول عليها من مصانع انتاجها سهل وميسور ، بل كان على ابن الهيثم أن يصنعها بنفسه أو تحت ارشاده ، ثم يقوم بتدريجها بنفسه تدريجا دقيقا لا يشوبه الخطأ ، كما كان عليه أن يعد الأجزاء الإضافية كقطع الزجاج المختلفة الأشكال بالأبعاد التي يجب أن تكون عليها وصقل هذه القطع صقلا تاما ، كل ذلك وما اليه ليس من الأمور الهينة .

والذى (١) يدعو الى التقدير والاعجاب أن الصعوبات العملية فى هذه البحوث لم تعجزه عن المضى فيها ، ومتابعتها الى استنباط الأحكام التى قررها ، والتى نجدها بوجه عام فى حدود التجارب التى أجراها ، والمواد المشقة التى اعتبرها ، صحيحة ، أصاح وأتهم من الأحكام التى تنسب سواء بحق أو بغير حق الى بطليموس ، بل ان « فيتلو » القس البولونى ، و « كپلر » قد استعاننا بمثل هذه الأجهزة فى بحوثهما ، وقد ذكرها « فيديريكس رزرنر » : "Federicus Rsnr" فى كتابه الذى نشر فى مدينة بازل بسويسرا عام ١٥٧٢ م .

بل ان مكتبة « جاليليو » الخصوصية والتى تركها بعد وفاته كانت بها نفس النسخة كما يقول الباحث الايطالى « أنطونيو. فاڤرو » .

وكتاب الذخيرة فى البصريات "Opticae thesaurus" « لرزرنر » يحتوى على ثلاثة أبواب هى :

١ - كتاب الحسن بن الهيثم .

(1) Alhazeni Arabis libre Septem .

(2) Eisisdem liblr de Crepusculis et nubium ascensionibus .

(3) Vitellonis Thuringopoloni libri . ٢ - كتاب فيتاو .

(١) مصطفى نظيف .

وقد لخص ابن الهيثم النتائج التى استنبطها من اعتباراته المذكورة فى الجزء الأخير من الفصل الثالث من مقائله السابعة فى المناظر ، ونورد فيما يلى هذه النتائج كما ذكرها بلفظه ، وهى مقسمة الى ثمانية أقسام كالآتى (١) :

الحكم الأول :

« كل زاويتين يحيط بكل واحدة منهما الخط الأول الذى امتد عليه الضوء والعمود الخارج من موضع الانعطاف ، القائم على سطح الجسم المشف على زوايا قائمة ، يكونان فى جسمين بأعيانهما مشفين ، وتكون الزاويتان مختلفتين ، فان زاوية الانعطاف عن الزاوية العظمى منهما تكون أعظم من زاوية الانعطاف عن الزاوية الصغرى » .

وتفسير هذا الحكم بأسلوب الوقت الحاضر ، أن مقادير زوايا الانعطاف تختلف بحسب مقادير زوايا السقوط لكل وسطين ، وكلما عظمت زاوية السقوط عظمت زاوية الانعطاف وبالعكس .

ومعنى ذلك أن زاوية الانعطاف هى دالة لزاوية السقوط .

الحكم الثانى :

« وتكون زيادة زاوية الانعطاف (أى الأولى) على زاوية الانعطاف (أى الثانية) أقل من زيادة الزاوية العظمى التى يحيط بها الخط الأول والعمود ، على الزاوية الصغرى التى يحيط بها الخط الأول والعمود » .

هذا الحكم يتضح من الجدول الذى ذكره بطليموس فى قراءاته فاذا كانت زاوية السقوط ٨٠° كانت زاوية الانعطاف ٥٣°

(١) نفس المرجع .

وإذا كانت زاوية السقوط ٥٧° كانت زاوية الانعطاف $\frac{٥٢٤}{٢}$ والفرق بين زاويتي الانعطاف $\frac{٥٥}{٢}$ وبين زاويتي السقوط ($٨٠ - ٧٠$) أى عشرة ومعنى هذا .

أنه إذا زادت زاوية السقوط بمقدار معين زادت زاوية الانعطاف بمقدار أصغر ، ففرق زاويتي السقوط ٥١٠ و فرق زاويتي الانعطاف $\frac{٥٥}{٢}$.

وهذا الحكم لا يصح على وجه الإطلاق إلا إذا كان الانعطاف من وسط لطيف في وسط غليظ ، وقد اعترض الفارسي في التنقيح عليه ، ولربما يبدو أول وهلة أن من التعنت القول بأن ابن الهيثم أراد به حكما عاما يشمل أيضا أحوال الانعطاف من الوسط الغليظ في الوسط اللطيف لولا أنه قد طبقه في أحد بحوثه في خيال النقطة التي ترى بالانعطاف من الوسط الغليظ في الوسط اللطيف .

الحكم الثالث :

« وتكون نسبة زاوية الانعطاف عن الزاوية العظمى الى الزاوية العظمى ، أعظم من نسبة زاوية الانعطاف عن الزاوية الصغرى الى الزاوية الصغرى » .

ينص هذا الحكم على أن نسبة زاوية الانعطاف الى زاوية السقوط لوسطين معينين ليست ثابتة بل تزداد تبعا لزيادة زاوية السقوط ، وقد كان من المتواتر أن بطليموس ذهب الى القول بثبوت نسبة زاوية الانعطاف الى زاوية السقوط ، ومن المعلوم الآن كما قال ابن الهيثم أن هذه النسبة ليست ثابتة ، وانها تزداد كلما زادت زاوية السقوط ، وان كان معدل زيادتها ليس هو الآخر ثابتا .

الحكم الرابع :

« ويكون الباقي بعد زاوية الانعطاف من الزاوية العظمى أعظم من الباقي بعد زاوية الانعطاف من الزاوية الصغرى » .
والحكم الرابع معناه أن زاوية الانكسار تزيد تبعا لزيادة زاوية السقوط ، وهذا الحكم لا شبهة فيه ، وكان الأولى به من وجهة نظرنا الحديثة أن يسبق أحكامه الأخرى ، فالحكم العام الذى يتضمن جميع الأحكام الخاصة بعلاقة زاوية السقوط بزاوية الانعطاف وبزاوية الانكسار هو الذى ينص على العلاقة الصحيحة بين زاويتي السقوط والانكسار أو بين زاويتي العطف والباقية بحسب الاصطلاح القديم .

ولكن ابن الهيثم لم يوجه عنايته الى زاوية الانكسار بل وجهها الى زاوية الانعطاف، وعنى بأن ينص على العلاقة بين زاويتي السقوط والانعطاف ، فلم يوفق الى الكشف عن قانون عام يتضمن فى صيغة موجزة بسيطة هذه العلاقة على تصارييف الأحوال .
ومما يدل على انصراف ابن الهيثم عن العناية بزاوية الانكسار أن حكمه الرابع هو الوحيد بين أحكامه العدة ، الذى عنى أن يذكر فيه شيئا يتعلق بهذه الزاوية .

الحكم الخامس :

« وتوجد زاوية الانعطاف اذا كان الضوء خارجا من الجسم الألف الى الجسم الأغظ أبدا ، أقل من نصف الزاوية التى يحيط بها الخط الذى امتد عليه الضوء الى موضع الانعطاف والعمود الخارج من موضع الانعطاف » .

الحكم السادس :

« واذا كان الضوء خارجا من الجسم الأغظ الى الجسم الألف كانت زاوية الانعطاف (أقل من) نصف مجموع الزاويتين » .
هذان الحكمان ينصان على أن الوسط الثانى اذا كان أغظ

كانت زاوية الانعطاف أبدا أقل من نصف زاوية السقوط ، وإذا كان الألف كانت زاوية الانعطاف أقل من نصف مجموع الزاويتين » .

والحكمان في الحقيقة مرتبطان أحدهما بالآخر ، وما يقال على أحدهما يمس الآخر ، وابن الهيثم يطلق حكميه الخامس والسادس اطلاقا ، وليس يصح اطلاقهما اطلاقا تاما على الصورة التي أرادها .

فالحكم الخامس يؤدي الى القول بأن زاوية الانكسار تكون أعظم من نصف زاوية السقوط اذا كان الانعطاف في الوسط الأغظ ، وطبقا للحكم السادس تكون زاوية الانعطاف أصغر من زاوية السقوط اذا كان الانعطاف في الألف ، وبما أن زاوية الانكسار في هذه الحالة هي مجموع زاويتي السقوط والانعطاف فان حكم ابن الهيثم السادس معناه كما أشار الى ذلك الفارسي أن زاوية الانكسار تكون أصغر من ضعف زاوية السقوط اذا كان الانعطاف في الوسط الألف ، ويتفق ومدلول الخامس كما تقضى بذلك قاعدة العكس .

ومن المرجح أن قصور هذين الحكمين قد أخفى عن ابن الهيثم أمرا من أهم أمور الانعطاف ، فاذا كانت زاوية الانعطاف في الأغظ أقل أبدا من نصف زاوية السقوط في الألف فمؤدي هذا أن زاوية الانعطاف تقترب قيمتها من نصف القائمة كلما اقتربت قيمة زاوية السقوط في الألف من القائمة ، فتكون الزاوية التي نسميها الآن الزاوية الحرجة نصف قائمة ، أو بالأحرى لا تتجاوز هذا القدر ، ونحن ان لم نجد من أقوال ابن الهيثم قولا صريحا يفيد أنه يرى هذا الرأي فاننا لم نجد له أيضا قولا يمس معنى الزاوية الحرجة أو ظاهرة الانعكاس الداخلى الكلى المرتبطة بها .

ويلاحظ أن تتالى بعض الآراء وتدرجها في بعض بحوثه ، وان كانا يقضيان في الأحوال المعتادة الى المساس بمعنى الزاوية الحرجة ، فانه لم يتعرض الى هذا المعنى ولم يدل فيه برأى .

الحكم السابع :

« اذا كانت زاويتان متساويتان يحيط بكل واحدة منهما الخط الأول الذى امتد عليه الضوء والعمود الخارج من موضع الانعطاف ، احدهما بين الجسم الألف وبين جسم أغلظ منه ، والأخرى بين ذلك الجسم الألف بعينه وبين جسم أغلظ من الجسم الغليظ الأول ، فان زاوية الانعطاف التى فى الجسم الأكثر غلظا تكون أعظم من زاوية الانعطاف التى فى الجسم الأغلظ الذى هو أقل غلظا » .

الحكم الثامن :

« كذلك ان كان الانعطاف من الجسم الأغلظ الى الجسم الألف تكون أبدا زاوية الانعطاف التى من الجسم الأغلظ الى الجسم الألف ، الذى هو أشد لطفا ، أعظم من زاوية الانعطاف التى من ذلك الجسم الأغلظ بعينه الى الجسم الألف الذى هو أقل لطفا » .

تلك هى أحكام ابن الهيثم الثمانية كما هو منصوص عنها فى المجلد الوارد فى ختام الفصل الثالث من مقالته السابعة من كتاب المناظر .

ولابن الهيثم حكم تاسع (١) أورده ضمن أقواله فى شرح تجاربه الكمية فى انعطاف الضوء من الهواء فى الزجاج وانعطافه من الزجاج فى الهواء ، وهذا الحكم معناه أن الشعاع النافذ من وسط لطيف الى وسط غليظ اذا نفذ فى الوسيطين نفسيهما فى الاتجاه المضاد أى من الغليظ الى اللطيف ، وكانت زاوية السقوط فى الحالة الثانية هى عين زاوية الانكسار فى الأولى كانت زاوية

(١) مصطفى نظيف .

انعطافه في الحالتين واحدة ، أو بالأحرى كان خط مسيره
فيهما هو هو .

ولكن ابن الهيثم لم يذكر هذا الحكم مرفقا بأحكامه الثمانية
التي فصلناها آنفا ، وان هو قد اتخذها في مواضع أخرى من
كتابه أساسا بنى عليه شرحه كيفية ادراك المبصرات بالانعطاف .

وقد عنى كمال الدين الفارسي بأن يودع هذا الحكم صراحة
ضمن أحكام ابن الهيثم الكمية في الانعطاف ، وانفارسي في هذا
الصدد لم يتقيد في عرض هذه الأحكام بالفاظ ابن الهيثم كما هي
واردة في أصول المناظر ، وان هو لم يخرج فيها عن المعانى التي
قصدها ابن الهيثم نفسه فقد تصرف في عرضها كثيرا وصاغها في
صيغ من عنده تختلف عن صيغها الأصلية .

وقد ذكر الفارسي هذا الحكم التاسع في موضعين من كتابه
التنقيح أحدهما في صدد أقواله عن أحكام الكم في الانعطاف
والآخر في صدد كيفية ادراك المبصرات بالانعطاف ، وصاغه في
الموضعين في صيغتين مختلفتين .

ففى الموضع الأول قال الفارسي :

« زاوية الانعطاف التي يقتضيها عطفيته من جسم الطف في
مخالف ، مثل التي يقتضيها عطفيته من المخالف في الجسم الأول
إذا كانت العطفية في الثانى مثل الباقية في الأول » .

وفى الموضع الثانى قال :

« إذا كانت نقطتان مضيئتان في الجسمين فان السمتين
اللذين يمتد عليهما ضوء الأول الى الثانية هما اللذان يمتد عليهما
ضوء الثانية الى الأولى » .

ولعل النص الثانى أوضح في أداء المعنى وأبين .

وهذا الحكم التاسع صريح في تضمنه معنى القاعدة المعروفة

الآن « بقاعدة قبول العكس » فيما يتعلق بالانعطاف ، ولا شك في أن ابن الهيثم قد أدرك معنى هذه القاعدة فيما يتعلق بالانعكاس ، وحسبه تعبيراته الشائعة في مباحث الانعكاس كقوله « النقطتين المتعاكستين » وقوله « النظيرين » .

وان كانت قاعدة قبول العكس فيما يتعلق بالانعكاس يستلزمها قانون الانعكاس بشطريه المعروفين فهي فيما يتعلق بالانعطاف مرتبطة بمعنى « معامل الانكسار » وثبوته لكل وسطين معينين ، وهذان المعنيان مرتبطان بثبوت نسبة جيب زاوية السقوط الى جيب زاوية الانكسار لكل وسطين ، وثبوت هذه النسبة ظل مجهولا الى أوائل القرن السابع عشر حتى ثبت على يد (سنل) كما سنوضحه فيما بعد .

فورود هذا الحكم التاسع - الذي ارتضيناه حكما - في كتاب المناظر ، يثبت لابن الهيثم فضل السبق الى ادراك معنى قاعدة قبول العكس ادراكا تاما في حالتى الانعكاس والانعطاف ، والحكم التاسع هو حكم عام يرتبط به الحكمان الخامس والسادس بحيث اذا صح أحدهما لزم الآخر .

يقول الدكتور « كرومبى » الأستاذ بجامعة كمبردج الآن أن ابن الهيثم امتنع عن اثبات مقادير زوايا الانعطاف لكل زوايا السقوط التى ذكرها ، وأن أحكامه كيفية ، فى حين أن « فیتلو » قد ذكر هذه المقادير بعد أن استعان بأجهزة القياس التى استخدمها ابن الهيثم : قال كرومبى هذا فى كتابه الموسوعى « من أوجستين الى جاليليو » .

ان ابن الهيثم لم يكن من ذلك الطراز من الرجال الذين ينقلون أعمال الغير ، انه لم ينقل جداول الانعطاف لبطليموس كما فعل (فیتلو) ثم غير وبذل فيها لى تتمشى مع قاعدة العكس التى

سردها هذا الأخير حين رأى أن مقدار الانعطاف لزاوية سقوط قدرها عشر درجات هو $\frac{1}{2} \circ$ من الهواء الى الماء ، وانه اذا كانت زاوية السقوط من الماء - هواء هي $10 \circ$ درجات فان الانعطاف في الهواء بعيدا عن العمود لا بد أن يصبح $\frac{1}{2} \circ$ ، وهذا قول خاطيء في القذائف الضوئية ، اذ كيف يكون التصور بأن زاوية الانكسار تصبح $11 \circ$ اذا كانت زاوية السقوط $8 \circ$! ، ويقول مؤرخ العلم البلجيكي « ليجين » أن فيثثو قد نقل جداوله من بطليموس باعتبارها مصدرا لا يناقض ، ولو أن بطليموس نفسه لم يقصد ربط المتغيرات في دالة باديء ذي بدء .

ان ابن الهيثم كان نمطا فريدا طابعه التشكك في أعمال من سبقوه ، فهو يقوم باجراء التجارب بنفسه لأنه يطالب الحق لذاته ، ومن غير المعقول أن يتوصل الى تلك الأحكام العامة دون قياس زوايا الانعطاف في جهازه الخاص الذي ابتكره .

يقول ابن الهيثم في مقدمة مخطوطه « شكوك بطليموس » .

« الحق مطلوب لذاته ، وكل مطلوب لذاته فليس يعنى طالبه غير وجوده ، ووجود الحق صعب ، والطريق اليه وعر ، والحقائق منغمسة في الشبهات ، وحسن الظن بالعلماء طباع في جميع الناس .

فالناظر في كتب العلماء اذا استرسل مع طبعه ، وجعل غرضه فهم ما ذكروه ، وغاية ما أوردوه ، وحصلت الحقائق عنده ، وهي المعانى التى قصدوها والفايات التى أشاروا اليها ، وما عصم الله العلماء من الزلل ، ولا حمى علمهم من التقصير والخل .

ولو كان ذلك كذلك لما اختلف العلماء في شيء من العلوم ، ولا تفرقت آراؤهم في شيء من حقائق الأمور ، والوجود خلاف ذلك ، فطالب الحق ليس هو الناظر في كتب المتقدمين المسترسل مع طبعه في حسن الظن بهم ، وطالب الحق هو المتهم بظنه منهم ،

المتوقف فيما يفهمه عنهم المقنع الحجة والبرهان ، لا قول القايل
الذى هو انسياق المخصوص فى جبلته بضروب الخلل والنقصان .

والواجب على الناظر فى كتب العلوم ، اذا كان غرضه معرفة
الحقائق أن يجعل نفسه خصما لكل ما ينظر فيه ، ويجيل فكره فى
متنه ، وفى جميع حواشيه ، ويخصمه من جميع جهاته ونواحيه ،
ويتهم أيضا نفسه عند خصامه ، ولا يتحامل عليه ، ولا يتسمح
فيه ، فانه اذا سلك هذه الطريق انكشفت له الحقائق ، وظهر
ما عساه وقع فى كلام من تقدمه من التقصير والشبهة » .

ذلك هو الدستور الذى اوضعه ابن الهيثم نصب عينيه ، ومن
بحوثه التى امتازت بالعمق ودقة التجربة نحن نصدقه فيما يقول ،
ونكذب القس البولونى « قيتلو » وهو المبتدىء فى علوم البصريات ،
ونكذب « كيلر » فيما ادعاه بأن « قيتلو » هو الينبوع الاصلى لهذه
العلوم ، ونكذب « كرومبى » فيما ادعاه على ابن الهيثم من عدم
قيامه بقياس زوايا الانعطاف .

نهج ابن الهيثم في الضوء

ينبوع ديكارت ونيوتن

يقال لحادثين تاريخيين أنهما متعاصران ، اذا كانا ، كل في حضارته الخاصة ، يظهران الدقة في أحوال واحدة نسبيا ، ويكون لهما بالتالى معنى مناظر تماما ، فاذا قد ثبت أن تطور الرياضيات والفيزيكا في الحضارة الأغريقية ثم في الحضارة الاسلامية ، وتطورها في الحضارة الغربية متفق تمام الاتفاق ، فان من الممكن اذن أن نقول ان (بطليموس وابن الهيثم) ، (وفيثاغورس وديكارت) ، (وأفلاطون ولاپلاس) ، (والبيرونى ونيوتن) ، كل منهما متعاصر مع الآخر .

ويرى ديكارت أن تفسير الطبيعة دعامته النهج الهندسى ، فالمادة في اعتقاده ليست الا الامتداد في الأقطار الثلاثة ولاشئ غير ذلك ، وهى جوهر ممتد فى الطول والعرض والعمق ، أما المكان الذى يسميه المحل الداخلى ، والجسم فى ذلك المكان ، فهما لا يختلفان الا بالذهن .

ان الامتداد عينه فى الطول والعرض والعمق الذى يكون المكان يكون الجسم أيضا ، والفرق الوحيد بينهما ينحصر فى أننا نحمل على الجسم امتدادا خاصا ، فان الجسم هو للمكان الذى هو محوى به ما النوع للجنس ، ثم هو يجزم بقبول المادة للتجزئة الى اللانهاية .

ولأن المادة والامتداد شيء واحد فهو ينكر وجود الخلاء ، ويتصور المكان كله مملوءا مادة لا ندركها بالحس لدقتها ولطافتها ولكنها تحمل إلينا آثار الأفعال الطبيعية ، ومن هذه الآثار ما نسميه الضوء ، فالضوء في نظره ليس الا ضغطا تحسه العين ، مصدره الجسم المضيء وواسطة انتقاله المادة اللطيفة ، ولأن المكان كله ملاء ، فهذه المادة اللطيفة لا تقبل الانضغاط والانكماش ، أى هى عارية عن صفة المرونة ، واذن ينتقل فعل الضوء من الجسم المضيء الى العين في غير زمان ، مهما تكن المسافة بينهما ، وذلك كما يتحرك طرف العصا في نفس اللحظة التى يتحرك فيها طرفها الآخر ، وكما يتحسس الضرب طريقه بالعصا في التو .

أما ابن الهيثم فبالرغم من أنه يتبع النهج الهندسى في تفسير الضوء ، الا أنه يرى أنه طالما أن للضوء وجودا في ذاته ، وأن صورته يقبلها الجسم المشف قبول تأدية من مكان الى آخر ، فان انتقال الضوء في الوسط المشف لا يكون آنيا ، أى دفعة واحدة وفي غير زمان ، بل يستغرق زمانا محدودا بسرعة محددة .

وهو في (١) مقالته الثانية في المناظر في أثناء شرحه كيفية ادراك البصر للضوء يوضح أن الآن الذى عنده يقع الادراك ليس هو الآن الذى عنده يصل الضوء الى سطح البصر ، ويستدل على ذلك بوصول الضوء من المنافذ والثقوب التى يدخل منها الى الأجسام المقابلة للمنافذ والثقوب ، ويقول بصريح العبارة :

« اذا كان الثقب مستترا ثم رفع الساتر ، فوصول الضوء من الثقب الى الجسم المقابل ليس يكون الا في زمان وان كان خفيا عن الحس » .

وهو في شرح هذا المعنى يقول :

(١) مصطفى نظيف .

« لأن مصدر الضوء من الثقب الى الجسم المقابل للثقب ليس يخلو من أحد أمرين ، اما أن يكون الضوء يحصل في الجزء من الهواء الذى يلى الثقب قبل أن يحصل في الجزء الذى يليه ثم في الجزء الذى يليه ، ثم في الجزء الذى يلى ذلك الجزء من الهواء ، الى أن يصل الى الجسم المقابل للثقب ، واما أن يكون الضوء يحصل في جميع الهواء المتوسط بين الثقب وبين الجسم المقابل للثقب ، وعلى الجسم نفسه المقابل للثقب دفعة واحدة ، ويكون جميع الهواء يقبل الضوء دفعة لا جزء منه بعد جزء .

فاذا كان الهواء يقبل الضوء جزءا بعد جزء ، فالضوء انما يصل الى الجسم المقابل للثقب بحركة ، والحركة ليست تكون الا في زمان ، وان كان الهواء يقبل الضوء دفعة واحدة ، فان حصول الضوء في الهواء بعد أن لم يكن فيه ضوء ، ليس يكون الا في زمان وان خفى عن الحس » .

ولكنه يشرح هذا الأمر الأخير على أساس أن رفع الساتر عن الثقب يستغرق زمانا ، وأن الساتر لا ينكشف عن شيء من الثقب له مساحة الا في زمان ، وأنه ليس يصير الضوء من الهواء الذى في خارج الثقب الى الهواء الذى في داخل الثقب الا في زمان .

عند ديكارت مادة الهواء ممتدة من الثقب حتى السطح المقابل للثقب حيث يرى الضوء منعكسا كعصا الضرير ، اذا لمس الضوء طرفها ، ظهر الضوء في الطرف الآخر في التو دون زمان ، أما ابن الهيثم فانه يرى أن للضوء حركة وسرعة ، فانتقاله يكون في زمان . نهجان ميتافيزيقيان متماثلان ، ولكنهما متناقضان في النتيجة .

وتحقق الحدس الذهني لابن الهيثم قبل الربع الأخير من القرن السابع عشر ، عندما استدل « رومر » من مشاهداته الفلكية أن الفترة الزمنية بين رؤية خسوفين متتاليين لأحد أقمار المشتري ليست ثابتة بل تتغير تغيرا دوريا ، تكاد تكون مدته عاما ، ثم حققت

التجارب بعد ذلك في منتصف القرن التاسع عشر أن للضوء سرعة مقدارها ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية ، وضوء الشمس يصل إلينا منها في سبع دقائق .

* * *

طرق ديكارت في الضوء موضوعين آخرين هما ظاهرة الانكسار وظاهرة الانعكاس ، وهو في سبيل ذلك أراد بادیء ذی بدء هدم الاعتقادات الجذرية التي كانت تظهر فوق النمط العلمی كطفح جلدی ترسب من أفكار أرسطو ، فهناك كيوف خفية للمادة آمن الكثيرون بها مثل سقوط الأشياء الثقيلة الى أسفل ، وصعود لهب النيران الى أعلا .

ارادة حيوانية عنيدة هي التي تسبب السقوط الى العالم التحتانی أو الصعود الى العالم الفوقانی ، وارادة حيوانية عنيدة للمادة أيضا هي التي تسبب التأثير عن بعد ، كظاهرة الفسيولوجيا الجديدة للمغناطيس كما نشرها الطبيب الانجليزى ولیم جلبرت عام ١٦٠٠ م .

لم يؤمن ديكارت بكل هذا ولكنه كان يؤمن بالنسق الهندسى للكون ، فالضوء في نظره ليست له ارادة ولكنه يوجد هندسيا ، حركته في غير زمان ، وطبق هذا النمط على ظاهرة الانعكاس على أساس ميتافيزيقى فأخذ النتائج التي توصل اليها ابن الهيثم وجعلها فروضا ، والمسلمات التي وضعها ابن الهيثم جعلها وسائل ، فأوقعته نتائجها في تناقض ، لحتمه أن سرعة الضوء بعد الانعكاس تساوى سرعته قبل الانعكاس .

فالضوء سرعة اذن ، فانتقاله حتما يكون في زمان وهذا خلف لما افترضه في آنية الضوء ، ينظر ابن الهيثم في انعكاس الضوء على السطوح الصقيلة ، وهو يفترض أن للضوء « حركة في غاية القوة » ، وأن الصقيل « يمانعه ممانعة في الغاية » ، فيكون الانعكاس من أجل

هذه الحركة ومن أجل هذه الممانعة ، ويكون رجوعه بقوة تعادل قوته قبل اصطدامه بالصقيل .

ولكى يستنبط ابن الهيثم اتجاه الحركة المنعكسة ، يعتبر الحركة الساقطة (أو الاعتماد كما يطلق عليه) مركبة من حركتين ، أحدهما عمودية على السطح الصقيل ، والأخرى موازية له ، أما الحركة العمودية فتبطل عند التصادم بسبب ممانعة الجسم الصقيل لاعتماد الضوء في هذه الحركة ، ويتولد منها ومن ممانعة الجسم لها حركة عمودية مساوية في الاتجاه المضاد .

أما الحركة الموازية فتبقى على حالها بعد التصادم لعدم وجود ما يمنعها ، ومن ذلك يستنتج ابن الهيثم أن انعكاس الضوء يكون بزواوية مساوية لزواوية السقوط ، فالطريقة التى اتبعها هى طريقة تحليل الحركة - باعتبارها كمية موجهة - الى مركبتين ، أو كما يقول « قسطين » متعامدين ، ثم تركيبها من قسطين : أحدهما هو القسط الموازى الأول ، والآخر يساوى القسط العمودى الأول في المقدار ويضاده في الاتجاه .

أما ديكارت فقد عرض قانون انكسار الضوء في كتابه « فى الانكسار » على أنه نتيجة مستنبطة من بعض الفروض ، لا على أنه نتيجة وصل اليها بالاستقراء التجريبي ، والطريقة التى اتبعها فى الاستنباط هى عين طريقة ابن الهيثم المبكرة فى التحليل والتركيب .

ابن الهيثم يفترض انعكاس المركبة العمودية ، ويستنتج من ذلك مساواة سرعة الضوء بعد الانعكاس لسرعته قبله ، فى حين أن ديكارت على الضد من ذلك يفترض هذه المساواة افتراضا ويجعل انعكاس المركبة العمودية نتيجة لا فرضا ، وليس لهذا الخلاف أهمية من الوجهة الرياضية سوى أن ديكارت أراد أن يوهم عصره بأنه قد أحدث ثورة فى علم الضوء وأتى بجديد ، رغم أن فروضه قد قابلتها

اعتراضات نبه اليها الرياضى الفرنسى « فرما » وهو المعاصر
لديكارت

منطق ابن الهيثم تجربى اذ أنه يستند الى تجارب مضنية
أجراها بنفسه بأجهزة صنعها بنفسه ، والتجربة يسميها الاعتبار ،
وهو يمهّد الى نظريته فى الانعكاس باعتبارات منها اثنان أساسيان ،
يعتبر فى أولهما بما يسميه « الحركة الطبيعية » للجسم ، أى حركته
اذا ترك وشأنه تحت تأثير جاذبية الأرض ، ويعتبر فى الآخر بما
يسميه « الحركة العرضية » أى التى تعرض على الجسم بفعل
فاعل .

والاعتبار الأول يتلخص فى أن يسقط المعتبر كرة صغيرة ملساء
من الحديد أو النحاس ، أو ما يجرى مجراها من موضع مرتفع
على مرآة مستوية أفقية من الحديد ، ثم يتأمل الكرة عند لقائها
وتصادمها مع المرآة ، واختار للكرة وزناً أكثر من مثقال ، واختار
لارتفاع ما يزيد عن عشرين ذراعاً .

وبين أن الكرة بعد تصادمها ترجع الى جهة العلو ثم تهبط الى
جهة السفلى ، وأنها ان أقيت من مسافة أقرب كان رجوعها أقل ،
وأنها ان أقيت من مسافة أكبر كان انعكاسها عن المرآة أقوى والى
مسافة أبعد .

والاعتبار الثانى يتلخص فى أن تجعل المرآة المذكورة فى الاعتبار
الأول فى جدار قائم على سطح الأرض بحيث يكون سطحها رأسياً ،
ثم تقذف الكرة نحو المرآة بقوة ، ويقترح ابن الهيثم أن تجعل الكرة
فى رأس سهم قوس من التى تقذف الحصى ، وتقذف بقوة بحيث
تكون حركتها أولاً على استقامة العمود القائم على سطح المرآة ،
وثانياً على استقامة خط مائل على سطح المرآة ، ومواز للأفق .

ويتأمل المعتبر الكرة فى الحالتين .

وابن الهيثم في بيان ما يشاهد في الحالة الأولى يقول بلفظه .
فانه (أى المعتبر) يجدها ترجع على العمود نفسه القائم على
سطح المرآة ، ويكون ذلك بأن يدرك الكرة عند رجوعها موازية للأفق
ثم لا تلبث الكرة بعد هذا الرجوع حتى تهبط الى أسفل .

ويقول في بيان ما يشاهد في الحالة الثانية :

« فانه يجدها ترجع في الجهة المقابلة للجهة التى فيها الرامى ،
ويجدها في أول رجوعها متحركة على خط مواز للأفق ، ومائل على
سطح المرآة ميلا شبيها بميل السهم عند تفويقه الى المرآة بالقياس
الى الحس ، ثم لا تلبث الكرة حتى تهبط الى جهة السفلى ، للقوة
الطبيعية المحركة لها الى أسفل ، وكلما كانت حركة القاذف أقوى
فانه يوجد رجوع هذه الكرة أقوى . وان اعتبر هذا المعنى بجسم
غير المرآة ، ويكون فيه بعض اللين كالخشب أو ما يجرى مجراه
وجد رجوع الكرة بقوة دون القوة الأولى » .

ثم يتساءل ابن الهيثم :

« لم يرجع المتحرك عند الممانعة ؟ لأنه يكتسب من الممانعة حركة
في جهة الرجوع ، والذي يدل على أن حركة الرجوع انما تحدث من
الممانعة ، هو أن هذه الحركة تكون بحسب الممانعة ، وكلما كانت
الممانعة أقوى كان الرجوع أقوى ، وقوة الممانعة تكون بحسب قوة
الحركة الأولى ، وبحسب امتناع الجسم المانع من الانفعال » .

فقوة المانع أو امتناعه من الانفعال بحسب مدلول هذه العبارة
تقدر في نظر ابن الهيثم بنسبة قوة حركة الرجوع الى قوة الحركة
في الأول ، وهذا المعنى شبيه بالمعنى المتضمن فعلا في تعريف معامل
الارتداد في علم الديناميكا ، وكأن ابن الهيثم يعبر عن المعنى
المقصود بمعامل الارتداد بقوله : « قوة الممانعة » .

هكذا كان ابن الهيثم يرى الضوء ، كرات من الحديد مثلا
تساقط عمودية أو تساقط منحرفة فوق السطوح المقابلة ، فهو

مثال للعالم الذى يقدم النماذج الكاملة الديناميكية ، والتي تحقق شروحه واستنباطاته الذهنية : حس وحدس .

ثم يأتى بجديد بعد ذلك اذ يحال حركة الضوء الى مركبتين احدهما عمودية على سطح المانع ، والاخرى موازية للسطح ، ويريد الدكتور كرومبى أن يسلبه حق هذا الابتكار فيقول عن هذه الفكرة انها مستوحاة من أبولونيوس .

صحيح أن أبولونيوس استخدم التحليل الى مركبتين للوصول الى حجوم ومساحات القطوع المخروطية ، وصحيح أن ويجن رستم القوهى العالم العراقى الذى سبق ابن الهيثم بحوالى قرن من الزمان استخدم الأحداثيات الأفقية والرأسية ثم المدورات فى اثبات حجم المجسم المكافئ ، ولكن ابن الهيثم ومذهبه الأساسى التحليل والتركيب استخدم الفكرة فى تحليل وتركيب كمية الحركة الموجهة لأشعة الضوء فى اتجاهين عموديين فكان جديدا فى ابتكاره ، وكما يقول بلفظه :

« فالضوء اذا لقي جسما صقيلا فهو ينعكس عنه من أجل أنه متحرك ، ومن أجل أن الجسم الصقيل يمانعه ، ويكون رجوعه فى غاية القوة ، لأن حركته فى غاية القوة ، ولأن الجسم الصقيل يمانعه ممانعة فى الغاية » .

ثم يستطرد :

« واعتماد المتحرك على الجسم المانع انما يكون مركبا من الحركة الى الجهة التى يمتد منها العمود القائم على سطح الجسم المانع النافذ فى نفس الجسم المانع ، ومن الحركة الى الجهة التى يمتد اليها العمود القائم على هذا العمود الممتد فى السطح الذى فيه الحركة » .

والمركبة الأولى تبطل من جراء الممانعة ، ونستبدل بها حركة على العمود نفسه ، ولكن فى الاتجاه المضاد ، أما المركبة الثانية

فلا ممانعة تؤثر فيها ، فلا هى تبطل ولا هى تزيد أو تنقص ، بل لا يصيبها تغير قط ، وانما تبقى على حالها الأول .

وعلى ذلك تصبح حركة المتحرك بعد التصادم مركبة من قسطين أحدهما فى اتجاه العمود على سطح المانع الى الخارج ، والآخر المركبة الثانية الناتجة من حركة المتحرك قبل التصادم مع السطح ، وهى الباقية على حالها الأول .

وبتركيب هذين القسطين أو بمعنى آخر ايجاد محصليهما ، يتضح تساوى السرعتين قبل وبعد التصادم ، ويمثل ابن الهيثم لخاصة الصقال فى السطح العاكس للضوء بخاصة الصلابة فى الجسم المانع فى المثال الميكانيكى السابق ذكره ، وان كان انعكاس الضوء سببه صقال السطح ، فلا ارتباط البتة بين الصقال والصلابة ، كما يقول هو بنفسه : -

« لأن الأضواء تنعكس عن الأجسام الصقيلة ، وان لم تكن الأجسام الصقيلة صلابا كالماء وجميع الرطوبات التى سطوحها صقيلة » .

وتتضح لنا معالم شخصية ابن الهيثم العلمية من النص التالى :-
« واذا كان الاعتماد مركبا من هاتين الحركتين ، كانت الحركة التى تحدث من هذه الممانعة مركبة من الحركة على العمود القائم على سطح الجسم المانع فى الجهة الخارجة من الجسم المانع ، ومن الحركة نفسها التى كانت فى جهة العمود القائم على هذا العمود فى الجهة التى إليها الحركة ، وذلك لأن الاعتماد اذا كان مركبا من الحركتين المذكورتين ، كان القسط من هذا الاعتماد ، الذى هو من الحركة على العمود النافذ فى الجسم المانع ، يبطل من أجل أن الجسم المانع هو من هذه الجهة ، ومانع للمتحرك من هذه الجهة » .

« ويتولد من هذا القسط من الاعتماد ومن ممانعة الجسم المانع ، لهذا القسط من الاعتماد ، حركة على العمود نفسه الذى عليه كان

(هذا القسط) من الاعتماد ، وفي الجهة من هذا العمود المقابلة لجهة الاعتماد ، ويكون القسط الثانى من الاعتماد الذى هو من الحركة على العمود القائم على هذا العمود باقيا على حاله لم يبطل ولم يتولد منه حركة مضادة ، لأن جهة هذا العمود ليس فيها مانع .

واذا كان هذا القسط باقيا ، ويتولد من القسط الأول حركة على العمود القائم على سطح الجسم المانع فى الجهة الخارجة من الجسم المانع ، كانت الحركة الحادثة مركبة من الحركة على العمود القائم على سطح الجسم المانع ، ومن الحركة على العمود القائم على هذا العمود الممتد فى الجهة التى إليها الحركة .

واذا كان ذلك كذلك ، كان الخط الذى عليه حركة الانعكاس ، فيما بين العمود القائم على سطح الجسم المانع وبين العمود القائم عليه ، اللذين من الحركتين عليهما تولدت حركة الانعكاس ، ويكون بعد هذا الخط المائل من العمود الثانى كبعد الخط الذى عليه كانت تكون الحركة من هذا العمود لو نفذ المتحرك على استقامته ، لأن قسط هذا العمود من الحركة لم يبطل ولم ينقص ولم يزد ، ويكون هذا الخط فى السطح الذى فيه العمود ، لأن الحركتين اللتين منهما تولدت هذه الحركة هما فى هذا السطح .

والحركة الأولى أيضا هى فى هذا السطح وهذا السطح قائم على السطح المستوى المماس للسطح الصقيل على نقطة الالتقاء ، لأن السطح المستوى المماس هو الذى يمتد فيه العمود الثانى .

واذا كان بعد هذا الخط عن العمود الثانى كبعد الخط المتصل بالخط الذى عليه ، كانت الحركة الأولى عن العمود الثانى ، كان ميل هذا الخط عن العمود الأول القائم على سطح الجسم المانع مساويا لميل الخط الذى عليه كانت الحركة الأولى عن هذا العمود .

ومعنى استقراره هذا أن زاوية السقوط للشعاع الساقط تساوى زاوية الانعكاس ، وهما الزاويتان المنحصرتان بين الشعاع

الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط على سطح الصقيل ،
وبين الشعاع المنعكس عند هذه النقطة ونفس العمود ، وبالقياس
لحركة ارتداد الكرة في المثال الميكانيكى ، حيث وجد أن خط حركة
الكرة أولا وخط حركتها ثانيا والعمود القائم من نقطة اللقاء جميعها
تقع في مستوى واحد ، يستنبط ابن الهيثم القانون الثانى للانعكاس
فيقول ان الشعاع الساقط والعمود المقام من نقطة السطح الذى
يقع عليه الضوء والشعاع المنعكس من هذه النقطة جميعها تقع في
مستوى واحد .

وان كانت كيفية الانعكاس واحدة فثمة فرق يذكره ابن الهيثم
بين حركة الضوء وحركة الكرة ، فالضوء يتحرك حركة في غاية
السرعة ، ولا تؤثر فيه قوة تحركه الى أسفل ، كالقوة المحركة الى
أسفل بعد رجوعها عن المرآة في الاعتبار الميكانيكى ، ويقول في ذلك .

« فأما الضوء فليس فيه قوة تحركه الى جهة مخصوصة ، بل
انما خاصته أن يتحرك على الاستقامة في جميع الجهات التى يجد
السبيل اليها ، اذا كانت تلك الجهات ممتدة في جسم مشف ، فاذا
انعكس الضوء بما حصل فيه من القوة المكتسبة ، وصار على سمت
الاستقامة التى أوجبها الانعكاس ، امتد على ذلك السمت ، وليس
فيه قوة تحركه الى غير ذلك السمت ، لأن ليس من خاصته أن يطلب
جهة مخصوصة ، ولذلك لا يحيد عن سمت هذه الاستقامة من
بعد الانعكاس » .

والنص الذى يورده ابن الهيثم في صدد اثبات قانونى الانعكاس
هو ما يلى ، ونحن نردده هنا ليتبين لنا شموله ووضوحه بحيث
أصبح حكما ثابتا لا يتغير أبدا ، وهو ما يدرس حتى اليوم في المدارس
الثانوية ، وان كان أوقليدس قد سبقه في اثبات تساوى زاويتى
السقوط والانعكاس ، أو بطليموس في اثبات القانون الثانى فان
مفهوم الضوء كان لديهما غير مفهوم الضوء عند ابن الهيثم والمفهوم
الأخير هو المعمول به حتى اليوم .

وهنا هو نص ابن الهيثم :

« ان كل ضوء ينعكس عن سطح صقيل ، فان كل نقطة من السطح الصقيل الذى منه انعكس الضوء ، ينعكس الضوء منها على خط مستقيم يكون هو والخط المستقيم الذى عليه امتد الضوء الى تلك النقطة ، والعمود الخارج من تلك النقطة القائم على السطح المستوى المماس للسطح الصقيل على تلك النقطة ، فى سطح واحد مستو . »

ويكون وضع الخط الذى عليه ينعكس الضوء بالقياس الى العمود المذكور كوضع الخط الذى عليه امتد الضوء الى نقطة الانعكاس ، بالقياس الى ذلك العمود ، أعنى أن كل خط ينعكس عليه ضوء من سطح صقيل ، فانه يحيط مع العمود الذى يخرج من تلك النقطة قائما على السطح المستوى المماس للسطح الصقيل على تلك النقطة ، بزاوية مساوية للزاوية التى يحيط بها الخط الأول الذى عليه امتد الضوء الى تلك النقطة مع ذلك العمود . »

تلك هى خلاصة التعاصر بين ابن الهيثم وديكارت فى موضوع انعكاس الضوء ، ترى ما هو موقف ديكارت من موضوع الانكسار ؟ ذلك ما سوف نوضحه فيما بعد .

* * *

عرض ديكارت قانون انكسار الضوء فى كتابه الموسوم « فى الانكسار » على أنه نتيجة مستنبطة من بعض الفروض ، لا على أنه نتيجة وصل اليها بالاستقراء التجريبي ، والطريقة التى اتبعها فى الاستنباط هى عين طريقة ابن الهيثم فى التحليل والتركيب .

وديكارت ، مثل ابن الهيثم ، يطبق هذه الطريقة فى حالتى الانعكاس والانكسار ، وهو فى الحالة الثانية يضع فرضين :

الفرض الأول هو أن المركبة الموازية تلسطح الفاصل بين المشفين تبقى على حالها (أى لا تزيد ولا تنقص) بعد الانكسار ، وهو فى ذلك قد خالف ابن الهيثم الذى قال عن هذه المركبة أن مقدارها يزيد اذا كان المشف الثانى ألطف ، أو ينقص هذا المقدار ان كان المشف الثانى أغلظ .

والفرض الثانى الذى يضعه ديكارت هو أن هناك نسبة ثابتة بين سرعة الضوء فى المشف الذى فيه الشعاع المنكسر وسرعته فى المشف الذى فيه الشعاع الساقط .

هذا الفرض (١) الأخير ينطوى على الفكرة القائلة بأن سرعة الضوء خاصة للوسط الذى يكون فيه ، وهى فكرة عبر عنها ديكارت فى كتاباته الخاصة التى دونها بين عامى ١٦١٩ - ١٦٢١ أى قبل ظهور كتابه فى البصريات بنحو ستة عشر عاما ، وقد قال بعض الباحثين فى بصريات ديكارت أن الوقوع على هذه الفكرة يعتبر ومضة من ومضات العبقرية ، غافلين أن ابن الهيثم هو الذى أخرجها وهى علامة من علامات عبقريته ، واليك النص من مخطوط المناظر لابن الهيثم :

« والأضواء تمتد فى الأجسام المشفة بحركة سريعة تخفى عن الحس لسرعتها ، ومع ذلك فان حركتها فى الأجسام اللطيفة أعنى الشديدة الشفيف أسرع من حركتها فى الأجسام الغليظة أعنى الأضعف شفيفا ، وذلك أن كل جسم مشف اذا نفذ فيه الضوء ، فان الجسم المشف يمانع الضوء ممانعة بحسب ما فيه من الغلظ ، لأن كل جسم طبيعى فلا بد أن يكون فيه غلظ ما » .

وواضح من هذا النص أن سرعة الضوء تكون بحسب الممانعة التى يصادفها فى الوسط المشف الذى يسير فيه ، وهذه الممانعة تكون

(١) دكتور عبد الحميد صبره .

بحسب ما فى المشف من غلظ ، أى بحسب خاصة قائمة فى المشف نفسه .

ويرى ابن الهيثم أن الأجسام المشفة فى الطبيعة ليس شفيفها فى الغاية ، وأن فيها شيئاً من الغلظ ، والغلظ والشفيف فى نظره من الأضداد ، فان كان هو المعنى الذى يجعل الأجسام تؤدى الأضواء فيها ، فالغلظ هو المعنى الذى يجعل الأضواء تعتاق عن الامتداد فيها ، ثم هو يرى أن سرعة الضوء عند وقوعه على سطح المشف الثانى تتحلل الى مركبتين ، احدهما فى اتجاه العمود على السطح ، والأخرى فى اتجاه المماس للسطح على نقطة السقوط .

وأقواله تفيد أنه يرى أيضاً أن المركبة الثانية لا تحتفظ بقيمتها الأولى اذا نفذ الضوء فى المشف الثانى ، فان كان المشف الثانى أغلظ فانها تصير أصغر ، فلا تبقى محصلة المركبتين فى المشف الثانى على استقامة حركة الضوء فى المشف الأول بل يكون اتجاهها منعطفاً الى جهة العمود ، وتكون سرعة الضوء فى المشف الثانى أصغر من سرعته فى الأول .

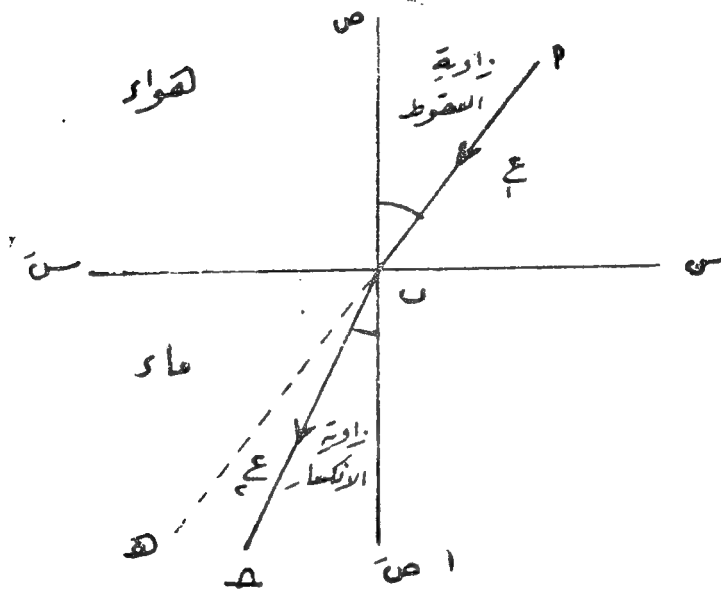
وبالمثل اذا نفذ الضوء من الأغلظ فى الألف ، فان مركبة السرعة فى اتجاه المماس تصير فى الألف أكبر ، وينعطف الضوء عند خروجه الى الألف الى خلاف جهة العمود ، واستند ابن الهيثم فى تأييد رأيه بأمثلة ميكانيكية .

مثل الانعطاف من الألف فى الأغلظ بكرة صغيرة من الحديد ، فهى اذا وقعت على لوح رقيق ، وكان اتجاه حركتها فى اتجاه العمود على اللوح ، فان نفوذها فى اللوح أسهل مما لو كان اتجاه حركتها مائلاً على العمود ، حين تكون قوة الحركة واحدة فى الحالتين ، ومثل أيضاً بالسيف ، فهو اذا ضرب به عود وكان حده السيف قائماً على سطح العود قطعه فى أكثر الأحوال ، وان ميل السيف وضرب به العود لم يقطع العود بالسهولة نفسها .

ويقول ابن الهيثم بلفظه :

« وإذا امتد الضوء في جسم مشف ثم لقي جسما آخر مشفا مخالفا الشفيف للجسم الذي هو فيه وأغلظ منه ، وكان مائلا على سطح الجسم المشف الذي لقيه انعطف الى جهة العمود القائم على سطح الجسم المشف في الجسم الأغلظ » .

ويمكن تفسير ذلك بالرسم التالى :



فلو سقط شعاع ا ب سرعته ع ١ .

في الهواء على سطح الماء ، انعطف من ب الى ح بسرعة ع ٢
لأن سرعة الضوء في الماء تقل بحسب الممانعة ، والانعطاف الى جهة العمود ب ص لذلك تقل زاوية الانكسار .

والزاوية ا ب ص هي زاوية السقوط .

الزاوية ح ب ص هي زاوية الانكسار .

الزاوية ح ب ه هي زاوية الانعطاف أو زاوية العطف كما
يسمونها كمال الدين الفارسي ولو فرض خروج شعاع ح ب من الماء

الى الهواء فانه تنعطف الى غير جهة العمود ب ص لأن سرعة الضوء
في الهواء أكبر من سرعته في الماء .

وهذه هي قاعدة العكس ، ويدلنا قول ابن الهيثم :

« فاذا خرج الضوء من الجسم الأغظ الى الجسم الألفف
كانت حركته أسرع » .

على أنه يتفق الى حد كبير والرأى الذى رآه « فرما » الفرنسى ،
وينى عليه قاعدته التى تعرف بقاعدة أقصر الأوقات ، والتى تتلخص
فى أن الضوء عند نفوذه من نقطة فى جسم مشف الى نقطة أخرى فى
جسم مشف آخر ملامس للأول ، يختلف شففة عن شفف الأول
يسلك السبيل الذى يستغرق فيه الوصول من النقطة الأولى الى
الثانية أقصر الأوقات ، فهو يسلك السبيل الذى تكون عليه الحركة
بحسب تعبير ابن الهيثم « أسرع وأسهل » .

أما أقواله من ناحية الكيفية التى يحصل بها الانعطاف ،
وتضمنت فكرة تحليل السرعة الى مركبتين ، واعتبار المركبة التى
فى اتجاه المماس هى المتغيرة ، فتناظرها فى كل ذلك نظرية « نيوتن »
الانجليزى ، ففيها أيضا تحليل سرعة الضوء الى مركبتين ، احدهما
عمودية على السطح والأخرى فى اتجاه المماس .

مع الفارق فى أن نيوتن يعتبر المركبة العمودية على السطح هى
المتغيرة ، وانها عند نفوذ الضوء فى الجسم الأغظ تزداد من جراء
القوة التى تؤثر فى الدقائق الضوئية بحسب نظريته عند اقترابها من
السطح ، وتجذبها فى اتجاه العمود الى داخل الجسم الأغظ ، وانها
فى الجسم الألفف تقل من جراء القوة التى تؤثر فى الدقائق الضوئية
عند اقترابها من سطح الألفف وتدفعها قليلا فى اتجاه العمود الى
خارج الجسم الألفف .

ومع الفارق أيضا فى أن نظرية نيوتن تتطلب أن تكون سرعة

الضوء في الأغظ أعظم وفي الألف أصغر ، وهو ما ينفيه الواقع ،
في حين أن الأمر بحسب أقوال ابن الهيثم بعكس ذلك .

لقد قدم ديكارت في الانكسار ، وهي إحدى المقالات الثلاثة
الملحقة بكتابه بحث في المنهج ، استنتاجا نظريا لقانون جيب زاوية
الانكسار للشعاع الضوئي ، والذي كان الرياضي الهولندي
« ويلبرورد سنليوس » (١٥٩١ - ١٦٢٦) قد اكتشفه تجريبيا ،
وهو القانون المعمول به حتى وقتنا هذا ، وينص على أن معامل
الانكسار من مادة الى مادة مثل الهواء - ماء ثابت ويساوى جيب
زاوية السقوط على جيب زاوية الانكسار دائما أبدا ، أى أن :

$$\frac{\text{حـا}}{\text{حـا ك}} = \text{م حيث م مقدار ثابت هو معامل الانكسار}$$

ديكارت كان على علم بهذا القانون عندما استقر في هولندا زمنا،
وجاء بقانون يتضمن العلاقة بين جيبى زاويتى السقوط والانكسار
وسرعة الضوء في الشفيفين كالآتى :

$$\frac{\text{حـا}}{\text{حـا ك}} = \frac{\text{ع ك}}{\text{ع س}} = \text{م}$$

حيث س زاوية السقوط ، ك زاوية الانكسار ، ع س = سرعة
الشعاع الساقط ، ع ك = سرعة الشعاع المنكسر ، م = مقدارا ثابتا .

والقانون في هذه الصورة يلزم عنه أن تكون سرعة الضوء في
المشف الأغظ أكبر من سرعته في المشف الألف ، وهذا عكس الرأى
الذى ذهب اليه ابن الهيثم ، وهو بعيد عن الصواب .

والغريب في نظرية ديكارت أن هذه الاعتبارات التى استخدم
فيها طريقة ابن الهيثم في التحليل والتركيب لا تتفق بحال من الأحوال

مع نظريته العامة في طبيعة الضوء وطريقة انتقاله ، لقد جاء ديكارت بثورة في علم الطبيعة كان يرمى من ورائها الى احالة العلم الطبيعي بأسره علما هندسيا كما سبق أن قلنا ذلك في بدء هذا الفصل .

علما هندسيا لا أثر فيه للصور الجوهرية أو الكيوف الخفية التي قام بها الفلاسفة المدرسيون في العصر الوسيط والذين سيقوه أمثال روبرت جروسست (١١٧٥ - ١٢٥٣) أول محافظ لجامعة اكسفورد الذي ألف في البصريات وقال بالتأثير عن بعد ، أو روجر باكون (١٢١٠ - ١٢٩٣ م) أو فيتلو أو كبلر وغيرهم .

ولكن الكيفيات الخفية التي عارضها ديكارت لم تكن قاصرة على الفلاسفة وحدهم ، فالجاذبية التي قال بها نيوتن مثلا من بعد ، تعتبر من وجهة النظر الديكارتية كيفية خفية ، شأنها شأن الجذب أو التنافر المغناطيسي ، فلا ينبغي أن يسمح باستخدامها في العلم الطبيعي ، لذلك لم يكن القول بالجاذبية مقبولا للعلماء المتأثرين بفلسفة ديكارت مثل هيجنز وليبنتز .

واذن فقد أراد ديكارت أن يقصى من مفهوم المادة كل صفة لا يمكن ردها الى الصفات الهندسية أو الميكانيكية البينة كالشكل والمقدار والحركة ، ولا يمكن من وجهة النظر هذه أن يؤثر جسم في آخر الا عن طريق التصادم بينهما .

ديكارت يقول بآنية الضوء ، وهو مدفوع الى ذلك القول برغبته في تفسير الطبيعة تفسيراً هندسياً ، ولكن هذا التطرف في التأويل الهندسي منعه من تطبيق الهندسة على الظواهر الضوئية تطبيقاً معقولاً خالياً من التناقض ، فكيف نفهم مثلا تطبيق طريقة التحليل والتركيب في الانكسار ان كان انتقال الضوء لا يستغرق زمنا ؟

وكيف نؤول القانون الذي تؤدي اليه فروضه اذا لم ننسب الى الضوء سرعات محدودة مختلفة في الأوساط المختلفة ؟

تلك صعوبات نبه اليها المعاصرون لديكارت ، وكان لابد للتغلب عليها من الرجوع الى وجهة نظر ابن الهيثم التى تقول بأن للضوء سرعة محددة وان كانت لقوتها تخفى عن الحس ، وهذا ما فعله « هيجنز » و « فرما » قبل أن يتوصل « رومر » الى تقدير سرعة الضوء من المشاهدات الفلكية عن أقمار المشتري .

و ثم صعوبة أخرى اصطدمت بها النظرية الديكارتية ، وهى لا تقل خطرا عن الصعوبات السابقة ، ان قانون ديكارت فى الانكسار يقتضى أن تزيد سرعة الضوء فى الوسط الأغظ ، فكيف نفسر ازدياد السرعة ميكانيكيا دون الخروج عن حدود علم الطبيعة كما تصوره ، أى دون التسليم بفكرة القوة ، تلك الأسطورة التى ترسبت من العصر القوطى فى أساطيرهم ودخلت فى مفاهيم علم الديناميكا ؟

حاول ديكارت الخروج من ذلك المأزق بقوله ان المشف الأغظ يقاوم حركة الضوء بأكثر مما يقاومها الألف ، وهو يفهم هذه المقاومة بحيث تتناسب طرديا ، لا عكسيا مع السرعة ، وهذه الفكرة أصولها أيضا فى فلسفة ابن الهيثم عن الضوء ، ولكنها كانت بعيدة عن الوضوح والاقناع .

حين نشر (١) ديكارت نظريته واطلع عليها الرياضى الفرنسى « فرما » رفض الأخير برهانه ، قائلا انه برهان مغالطى لا يصح من الوجهة الرياضية ، فضلا عن الصعوبات التى تواجهه من الناحية الفيزيكية .

وظل « فرما » ثابتا على ذلك الرأى رغم الرسائل الكثيرة التى تبادلها مع ديكارت ، فى هذا الموضوع ، فلم يسلم بقانون ديكارت ، وفيما بعد قيل لفرما ان التجربة تؤيد قانون ديكارت ، فكان جوابه

(١) دكتور عبد الحميد صبره « نظريات الضوء فى القرن السابع عشر » .

على ذلك أن تأييد التجربة ليس بالضرورة دليلا على صدق القانون ، ولا صحة الاستنتاج .

ثم أخذ على عاتقه أن يبحث عن طريقة جديدة لعلها تؤدي الى قانون جديد ، والطريقة التي سلكها « فرما » كان قد صاغها للعثور على مماسات المنحنيات المخروطية ، وتعرف بطريقة الحدين الأعلى والأدنى .

افترض « فرما » أن الضوء في انتقاله من نقطة الى أخرى يتخذ الطريق الذي يستغرقه في الزمان الأقصر ، وهذا الفرض تجد ملامحه مختلفة بين ثنايا تعبيرات ابن الهيثم كما سبق أن قلنا ذلك ، ولكن رغم ذلك فإن الأوروبيين من مؤرخي العلم يطلقون عليه اسم قاعدة أو مبدأ « فرما » الذي يتفق مع انتشار الضوء في الأوساط المتجانسة على السموت المستقيمة ، من حيث أن الخط المستقيم هو أقصر المسافات بين نقطتين .

أما إذا كانت نقطة البدء في وسط غير الوسط الذي توجد فيه نقطة الوصول ، فإن الضوء ينكسر على نقطة في السطح الفاصل بحيث يقطع في الوسط الشفاف الذي تكون فيه سرعته أكبر مسافة تزيد على المسافة التي يقطعها في الوسط الذي تكون فيه سرعته أقل ، وكانت دهشة « فرما » عظيمة حين وجد أن مبدأه يؤدي الى نفس النسبة التي وصفها « ديكارت » أعني نسبة جيب زاوية السقوط الى جيب زاوية الانكسار ، ولكنه تأدى في الوقت نفسه الى أن العلاقة بين هذه النسبة والنسبة بين سرعتين هي على عكس ما يريد « ديكارت » .

أي أن مبدأ « فرما » يلزم عنه أن تكون السرعة أكبر في الوسط الألف ، وكأنني به وقد رجع ثانية الى رأى ابن الهيثم .

تلك هي - في تاريخ العصوريات - المرة الأولى التي يبرهن فيها رياضيا على هذه النتيجة التي افترضها ابن الهيثم ، ولكنه كان

برهاننا استلهم فيه صاحبه القول بالعلل الفائية ، ولم يحاول أن يفسره تفسيراً يرضى العالم الطبيعى ، أما أول تفسير طبيعى يتفق مع نتيجة « فرما » فقد جاء به للمرة الأولى العالم الهولندى « كريستيان هيجنز » .

* * *

بدأ « هيجنز » هو الآخر من نظرية « ديكارت » ، ولكنه وجه عنايته الى ناحيتها الميكانيكية بدلا من الناحية الرياضية التى سلم بها « نيوتن » وعارضها « فرما » وكان هيجنز يتفق مع ديكارت فيما يجب أن يكون عليه التفسير الفيزيقي المعقول ، فرفض فكرة القوة المؤثرة عن بعد ، واعتبر أن الظاهرة الأساسية التى ينبغى أن تنبنى عليها كل الظواهر الطبيعية من ضوئية ومغناطيسية .. الخ هى ظاهرة التصادم .

لذلك افترض هيجنز مادة أثرية تملأ المكان وتتغلغل فى ثنايا الأجسام كالمادة اللطيفة التى تصورها ديكارت ، وقال ان الضوء ينشأ عن اهتزازات أجزاء الجسم المضى فتحمل المادة الأثرية آثار هذه الاهتزازات الى مسافات لا حد لها ، وذلك كما نرى حين تصطدم كرة متحركة بالكرة الأولى فى سلسلة من الكرات المتلاصقة فى خط مستقيم .

فينتقل أثر الصدمة الى الكرة الأخيرة فتتحرك ، وكان لابد لهيجنز ، كى يحصل على صورة ميكانيكية واضحة ، أن يتخلى عن قول « ديكارت » بأنية الضوء ، فافترض الأثر حاصلا على صفة المرونة ، وعلى ذلك يكون انتقال الضوء فى الأثر على هيئة كرات متعاقبة أو أمواج كالتى نشاهدها على سطح الماء ، وتكون الأشعة الضوئية هى الخطوط المستقيمة الواصلة من المركز الى المحيط .

مرة أخرى نجد بصمات الحسن بن الهيثم واضحة فى هذه الفروض ، والنص الذى أورده ابن الهيثم فى مخطوط المناظر هو :

« فقد تبين من جميع ما شرحناه وبيناه بالاستقراء والإعتبار ،
أن اشراق جميع الأضواء انما هو على سموت خطوط مستقيمة فقط ،
وأن كل نقطة من كل جسم مضى ذاتيا كان الضوء الذى فيه
أو عرضيا ، فان الضوء الذى فيه يشرق منه ضوء على كل خط
مستقيم يصح أن يتوهم ممتدا منها فى الجسم المشف المتصل بها .

فيلزم من ذلك أن يكون الضوء يشرق من كل نقطة من كل
جسم مضى فى الجسم المشف المتصل به اشراقا **كريا** ، أعنى عن كل
خط مستقيم يصح أن يمتد من تلك النقطة فى الجسم المشف ، ويلزم
أن يكون الجسم المشف هواء كان أو غيره اذا أضاء بضوء ما ، أى
ضوء كان ، فان الضوء الذى فيه هو ضوء يشرق عليه من كل نقطة
من الضوء الذى منه أضاء ذلك الجسم المشف ، على سمت مستقيم
يمتد من تلك النقطة فى ذلك الجسم المشف » .

معنى الاشراق الكرى هنا فى الواقع ليس سطحيا كما يظن بادىء
ذى بدء ، فابن الهيثم يريد القول بأن النقطة من سطح الجسم المضى
سواء كان ضوءه ذاتيا أو عرضيا مستمدا من غيره لا يشرق منها
الضوء الى جهة خارج الجسم فحسب ، بل يشرق منها ضوء الى
جهة باطن الجسم أيضا بقدر ما يسمح به امتداد الوسط المشف
من وراء النقطة المضيئة الى تلك الجهة .

فمن المعلوم أنه اذا وقعت موجة « ضوئية » على سطح جسم
فالنقطة التى يامس عليها صدر الموجة سطح الجسم تعد مركزا تبتدى
منه موجة ضوئية لا تنتشر خارج الجسم فحسب ، بل تنتشر أيضا
داخل جرمه لو كان بالجسم شفيف يسمح بذلك .

وهما هو « هيجنز » يفسر ظاهرة انكسار الضوء على هذا المنهج ،
فهو ينظر فيما يحدث حين يصطدم صدر الموجة المنتشرة فى وسط
متجانس بسطح يفصله عن وسط يخالفه فى الشفيف . وليكن
صدر الموجة الساقطة مائلا على السطح الفاصل ، أى أنه لا يصطدم

بالسطح الفاصل دفعة واحدة ، وهنا يفترض هيجنز أن كل نقطة على الصدر ، يمكن اعتبارها مركزاً لموجة أخرى صغيرة ، أو بمعنى آخر موجة أخرى تنتشر في كل اتجاه بالسرعة التي تلائم الوسط .

فالجزم من المصدر الذي يصطدم بالسطح الفاصل أولاً تنشأ عنه موجة تنتشر في المشف الثاني بالسرعة الملائمة بهذا المشف ، في حين أن بقية أجزاء الصدر لا تزال متقدمة في المشف الأول بالسرعة الملائمة له ، وعلى هذا النحو استطاع « هيجنز » باستدلال هندسى جميل أن يستنتج قانون انكسار الضوء بعد أن حدد اتجاه صدر الموجة في المشف الثاني .

والصيغة التي وضع فيها القانون هي عين الصيغة التي اكتشفها « فرما » وفي نفس الكتاب الذي نشر فيه « هيجنز » نظريته عام ١٦٩٠ م يبرهن على أن مبدأ أقصر الأزمنة التي قال به « فرما » لا يتفق فقط مع التطورات الموجية ، بل هو نتيجة منطقية لهذه التصورات ، بحيث يتعين على من يعتنق النظرية الموجية أن يسلم بمبدأ « فرما » .

ولكن نظرية هيجنز كان يعيبها عدة أمور ، فهو لم يحاول أن يفسر بواسطتها ظاهرة التفرق المنشورى التي كان نيوتن قد جاء بتفسير لها من وجهة النظر الجسيمية ، وكذلك لم يحاول « هيجنز » أن يفسر بواسطة نظريته ظاهرة الحيود التي درسها « جريمالدى » أو ظاهرة التداخل التي درسها من قبل « هوك » و « نيوتن » .

والغريب أن « هيجنز » استبعد من أمواجه صراحة الصفة الأساسية التي ربما كانت تساعد في مثل هذه التفسيرات ، وهى صفة الدورية ، فقال ان اهتزازات أجزاء الجسم المضى التي تصدر عنها الموجات لا تحدث على نحو منتظم ، وبذلك يمتنع تحديد طول معين للموجات أو مقدار معين لتردد الاهتزازات ، وكان أول من

قرن الدورية بالموجات الضوئية هو الفيلسوف الفرنسى
« مالبرانش » .

تلك العيوب التى اتصفت بها نظرية « هيجنز » تدل على قصورها ، ولكنها لا تدل على كذبها أو عدم صحتها ، غير أن نيوتن نبه الى حقيقة تجريبية بسيطة يبدو أنها تدحض الغرض الموجى من أساسه ، وهى أن الموجات المعروفة جميعا تنعطف من وراء العوائق الموضوعة فى طريقها ، فيصدق ذلك مثلاً على الموجات فى الماء والموجات الصوتية ، ولكن ظاهرة الظلال تدل على انتشار الضوء فى خطوط مستقيمة غير منعطفة ، أو كما يقول ابن الهيثم على السموت المستقيمة ، اذن فالنظرية الموجية فى الضوء نظرية كاذبة .

ذلك اعتراض خطير لم يستطع « هيجنز » دفعه ، فكان عاملاً من العوامل التى صرفت الناس عامة عن نظريته طوال القرن الثامن عشر ، أما العوامل الأخرى فأهمها المكانة التى احتلتها نظريات « نيوتن » عامة ، ومنها نظريته فى الضوء بحيث أصبح من غير المتصور أن يجرؤ على نقدها أحد .

* * *

تلك كانت الصورة الباهتة للصراع العلمى فى القرنين السادس والسابع عشر ، صراعاً تسبب بطريق مباشر أو غير مباشر من نظريات ابن الهيثم فى الانعكاس والانكسار للأشعة الضوئية ، ولننظر الآن موضع « اسحاق نيوتن » من هذا الصراع ، ذلك العالم البريطانى الذى يقول عنه مواطنوه أنه نفحة من نفحات العبقريّة قلما يوجد بمثلها الزمان .

نظر « نيوتن » الى المثال الميكانيكى لابن الهيثم ، حين مثل شعاع الضوء بكرات من الحديد تساقط على لوح صقيل من الفولاذ ، فأخذ بتلاييب تلك الفكرة وقال ان شعاع الضوء ما هو الا مجموعة من أحداث ، أحداث الكرات المتعاقبة ، وعلى ذلك فالضوء يتكون من

جسيمات دقيقة تنبعث من الجسم المضيء تسبب الاحساس بالنظر اذا ما سقطت على العين ، أو تتسبب عنها ظاهرتى الانعكاس والانكسار .

مثل هذا القول سبق أن نادى به العالم السكندرى « هيرون » فى العصر الهيلينى حيث قال ان الضوء جسيمات تخرج من البصر الى المبر ، وهو قول معكوس لنظرية « نيوتن » الجديدة .

وعلى هذا الاعتبار يمكن الجزم بأن هذه النظرية هجينة بين نظرتى ابن الهيثم وهيرون ، ولننظر الآن فى نظرية « نيوتن » هذه ، ولنتأمل ظاهرة الانكسار من وجهة نظر ديناميكية ، أى نفترض أن الشعاع الضوئى شىء ما يخضع لقوانين الديناميكا ، فنقول ان انعطاف الشعاع الضوئى حين ينفذ فى المشف الثانى دليل على وجود قوة ما عن السطح الفاصل بين المشفين .

ولأن الشعاع لا يتغير اتجاهه حين يسقط عموديا على ذلك السطح ، والقوة التى قررنا وجودها ينحصر عملها فى الاتجاه العمودى ، أى ليست لها مركبة فى غير هذا الاتجاه ، واذن فمركبة سرعة الشعاع الساقط التى توازى السطح الفاصل لا تتأثر عند الانكسار بالزيادة أو النقصان .

واذن يتحقق فرض ديكارت الأول .

وأىضا اذا كان انعطاف الشعاع فى المشف الثانى الى جهة العمود على السطح الفاصل ، فمعنى ذلك أن القوة المؤثرة عند السطح متجهة نحو المشف الثانى (الذى فيه الشعاع المنكسر) وأن السرعة قد زادت بعد الانكسار ، أما اذا انعطف الشعاع الى ضد جهة العمود فهذا دليل على أن القوة متجهة الى أعلى (أى الى الوسط الذى فيه الشعاع الساقط) وأن السرعة قد نقصت بعد الانكسار .

ونحن نعلم من التجربة أن الضوء حين ينكسر من وسط أल्प كالقواء الى وسط أعلظ كالزجاج ، فانه ينعطف الى جهة العمود على السطح الفاصل ، أى أن سرعة الضوء فى الأعلظ تكون أكبر من سرعته فى الألف ، كما ينص عليه قانون « ديكارت » فنرى من الملاحظات السابقة أن باستطاعتنا أن ننظر الى نظرية نيوتن على أنها تأويل ديناميكى لبرهان « ديكارت » الرياضى على قانون الانكسار ، ولنقف عند هذا الحد اذ أن الصراع بين نظرية الجسيمات والنظرية الموجية ما زال منذ ذلك الوقت دائر الرحى حتى يومنا هذا .

ان الصراع الذى نشأ فى القرنين السادس والسابع عشر على أساس من مذهب ابن الهيثم فى الضوء وفى المعايير الديناميكية الأخرى مثل الاعتماد وتحليله الى مركبتين أو قسطين متعامدين ، ومثل الميل والقصور الذاتى ، كان بدء التمرد على العلم الاسلامى والنزوع الى مجالات أخرى فى التفكير الواعى لمنشط علمية جديدة ولآفاق أوسع .

ويشبه هذا الصراع ما عانته الحضارة الاسلامية النامية فى القرن العاشر الميلادى حينما تمرد الرازى على الطب الاغريقى فألف « فى الشكوك على جالينوس » وألف ابن الهيثم فى « الشكوك على أوقليدس » وفى الشكوك على بطليموس ، وألف ابن رشد فيما بعد متمردا على أرسطو وهو متتبع مناحيه .

فكان القرن العاشر الميلادى نقطة التمرد للعلم الاسلامى على طفق العلم الاغريقى الذى كان قد أصابه بغلالات رقيقة من ظاهرة التشكك الكاذب ، فكان هناك ابتكار وكان هناك ابداع .

وبالمثل كان القرن السادس عشر نقطة التحول فى العلم الأوروبى .

هندسيات

الهندسيات أى المسائل الهندسية ، هى علم يبحث فيه عن أحوال المقادير من حيث التقدير ، وينثنى أى ينعطف وترجع اليها مسائل الرياضيات ، وهى علم يبحث عن أمور مادية يمكن تجريدها عن المادة فى البحث ، وهو المسمى بالعلم التعليمى والعلم الأوسط بالنسبة الى الالهى الأعلى والطبيعى الأدنى ، وأصوله أربعة : الهيئة والهندسة وعلم العدد المسمى بآرثماطيقى وعلم التأليف الذى معظمه الموسيقى ، وفروعه كثيرة كعلم المناظر وجر الأثقال وغيرها .

ذلك هو مفهوم هذا العلم فى الحضارة الاسلامية ، ولابن الهيثم باع طويل فيه وسنورد هنا قليلا مما كتب فيه :

١ - مسألة « الهازن » : عرفت هذه المسألة بهذا الوصف منذ عصر النهضة الأوروبية ، وتناولها الكثيرون من العلماء أمثال « بارو » أستاذ الرياضة بجامعة كمبردج عندما كان نيوتن تلميذا بها فى النصف الثانى من القرن السابع عشر ، وكذلك « كرستيان هويجنز » العالم الفيزيقي المشهور (١٦٢٩ - ١٦٩٥) الذى كان معاصرا لديكارت ونيوتن ، وتتلخص المسألة فيما يلي : -

« اذا فرضت نقطتان حيثما انفق أمام سطح عاكس ، فكيف تعين على هذا السطح نقطة بحيث يكون الواصل منها الى احدى النقطتين المفروضتين بمثابة شعاع ساقط ، والواصل منها الى الأخرى بمثابة شعاع منعكس ؟ » .

حقيقة الأمر أن ابن الهيثم كان متأثرا ببحوث الكندي فيلسوف العرب ، ولا أغالى اذا قلت أنه قد نحى منحاه في هذا الصدد ، ولكنه فاقه فيما ابتكر من حلول عميقة سنذكرها اقتضابا فيما بعد ، اننا لا نلقى الكلام جزافا ، اذ أن دليلنا في هذا الموضوع مخطوط « كتاب الشعاعات الشمسية » لمؤلفه « يعقوب بن اسحق الكندي » والموجود بمكتبة خدابخش بتنة في حيدر آباد الدكن بالهند ، وله صورة فوتوغرافية بمعهد مخطوطات الجامعة العربية .

ومن ناحية أخرى كان الكندي متأثرا بتلك الأسطورة المتوارثة عن أرشميدس السكندري ، حيث قيل انه ابتكر مرآيا عاكسة لضوء الشمس ، استخدمها لاحراق سفن العدو المهاجمة لبلاده عندما كان في سيراكوزا ، فيقول الكندي في مخطوطه :

« أحرق مراكب المحاربين له بشعاع الشمس ، وجب من هذه الجهة اثبات ذلك ، فانه ممكن باضطرار ، فنحن ناظرون في ذلك بقدر ما يمكننا ، واضعون لتهيئة ذلك مقدمات أشياء يسيرة نحن اليها مضطرون فيما نريد من تهيئة المرايا ، فهذا قول « اثنامايوس » ، وقد كان يجب على « اثنامايوس » ألا يقبل خبرا بغير برهان ، وقد مثل كيف يعمل مرآة تنعكس منها أربعة وعشرون شعاعا على نقطة واحدة ، ولم يبين كيف تكون النقطة التي يجتمع عليها الشعاع ، على أى بعد شيئا من وسط سطح المرآة ، ونحن ممثلون ذلك على أوضح ما يمكننا وأقربه ، ومبينون بالبراهين الهندسية والجهة الأخرى التي ذكرها على أوضح ما تبلغه طاقتنا ، ونتمم من ذلك ما كان ناقصا ، فانه لم يذكر بعدا مفروضا » .

وهكذا يتابع الكندي فروضه الهندسية المتعددة الجوانب ، ثم يشفعها ببراهين موضحة أشكالها ، مما لا مجال له هنا ، فنحن بصدد دراسة ابن الهيثم وليس الكندي ، ولكننا نستطيع أن نجمل دراسات الكندي في النقاط التالية : -

١ - الشعاع الواقع على سطح المرآة المقعرة السطح تقعيرا كريا ، والشعاع المنعكس منها يقطعان أعظم دائرة فى كرة تلك المرآة المتممة لها بخطين متساويين .

٢ - الشعاع المنعكس عن سطح المرآة الكرية التقعير ، لا يمر على مركز كرتها منه أبدا : الا الشعاع الواحد الواقع على مركز المرآة ، أعنى الذى هو قطر دايرتها ، فانه وحده ينعكس على ذاته .

٣ - نريد أن نجد العلامة التى يمر عليها الشعاع المنعكس من علامة مفروضة من المرآة المقعرة السطح تقعيرا كريا من الخط الخارج من مركز الدائرة العظمى من الكرة المتممة لها .

٤ - نريد أن نجد المرآة المقعرة السطح تقعيرا كريا التى تنعكس شعاعات الى مركزها ، ثم يختتم الكندى مخطوطه قائلا :

« فانا قد قدمنا من موضوعاتنا ما فيه كفاية فى علم هذه الصناعة ، فلنذكر ما وعدنا ذكره مما قال اثنامىوس فى ذات الأربعة وعشرين شعاعا ، على أقصد المسالك الى علم ذلك ، وايضاحه بتوفيق ذى القدرة .

نريد أن نعمل مرآة ينعكس منها أربعة وعشرون شعاعا الى علامة واحدة :

فليكن المثال لذلك أن نعرض سطح المرآة مسدس أ ب ج د ه و المتساوى الأضلاع والمتساوى الزوايا ، ولتكن المرآة مستوية السطح . . . وقد يمكننا أن نعمل مرآة ينعكس منها كم شعاع شيئا من العمود الخارج من مركزها أتقن مما عمل اثنامىوس . . »

نعود ثانيا الى مسألة ابن الهيثم ، فنقول أنه قد فاق الذين سبقوه فى هذا الموضوع ، فاق ما تناوله بطليموس (١) القلاوذى

(١) الحسن بن الهيثم : بحونه وكشوفه البصرية لمصطفى نظيف .

فيما يتعلق بالنقطتين المختلفتين البعد عن المركز ، بل ابتكر
حلولا عجز عنها بطليموس ، وعجز عن ايرادها الكندي ، انه ابتكر
الحلول العامة لتعيين نقطة الانعكاس في أحوال المرايا الكرية
والاسطوانية والمخروطية المحدبة منها والمقعرة .

ان المسألة سهلة بسيطة اذا كان السطح العاكس مستويا ،
كما تناولها الكندي ، لأنه اذا أخرج من احدى النقطتين المفروضتين
عمود على السطح كان المستوى الذي يقع فيه هذا العمود والنقطة
الثانية هو مستوى الانعكاس ، فاذا مد هذا العمود على استقامته
الى نقطة ، بحيث يكون بعدها عن النقطة التي يلقي عليها هذا
العمود السطح العاكس كبعد النقطة الأولى عنها ، ثم وصلت تلك
النقطة الى النقطة الثانية المفروضة ، كانت النقطة التي يلقي عليها
هذا الواصل العاكس هي نقطة الانعكاس المطلوب تعيينها ،
والبرهان على ذلك يسير ، والمسألة سهلة بسيطة اذا كان السطح
العاكس كريا أو اسطوانيا أو مخروطيا في حالات خاصة معينة .

ففي حالتى السطح الاسطوانى أو المخروطى اذا كانت النقطتان
المفروضتان وسهم الاسطوانية أو سهم المخروطية فى مستوى
واحد ، كان هذا المستوى هو مستوى الانعكاس ، وكان الفصل
المشترك بينه وبين السطح العاكس خطا مستقيما ، وآل الانعكاس
الى ما يشبه الانعكاس عن السطح المستوي ، كذلك فانه من السهل
تعيين نقطة الانعكاس عن السطح الكرى المحدب اذا كانت النقطتان
المفروضتان على بعد واحد من مركز كرة السطح ، ومن السهل أيضا
تعيين نقطة الانعكاس أو بوجه عام نقاطه عن السطح الكرى المقعر
اذا كانت النقطتان على قطر واحد من أقطار الكرة ، أو اذا لم تكونا
على قطر واحد كانتا على بعد واحد من مركز الكرة .

ولكن تزول عن المسألة هذه السمة من السهولة فى أحوال
السطوح غير المستوية ، اذا فرضت النقطتان حيثما اتفق فى مقابلة

جزء منها ، وابن الهيثم لم يودع كتابه المناظر حلولاً للمسألة فى مثل الأحوال الخاصة المذكورة فحسب ، بل تناول أيضا بحثها من الناحية العامة ، وأورد لها حلاً لكل نوع من أنواع المرايا الكرية والاسطوانية والمخروطية المحدبة منها والمقعرة .

تناول ابن الهيثم دراسة الموضوع على أساس منطقي سليم ، فعنى أولاً بوضع بضع نظريات أو بالأحرى عمليات هندسية ، هى فى ذاتها على جانب ليس بالقليل من التعقد وبعد المنال ، ذكرها وبين كيفية اجرائها ، ووضع لها البراهين المضبوطة ، وذلك كله على أساس هندسى لا عيب فيه ، ثم اتخذ هذه العمليات الهندسية مقدمات الى الحلول التى أرادها لتعيين نقطة الانعكاس ، وساق لتلك الحلول بعد ذلك براهينها الهندسية ، فبحوثه فى هذا الأمر يجب أن تراعى كوحدة واحدة تتكون من قسمين أحدهما المقدمات الهندسية ، والثانى الحلول العامة المبينة على تلك المقدمات ، وعلى هذه الصفة يمكن تقدير القيمة الحقيقية لتلك البحوث ، هذا النمط من البحث انما يعكس تفكيره المنطقي السليم المبني على دعائم من التحليل والتركيب كما يتضح من مخطوطه هذا فى الخطوط العامة .

ولقد عنى بعض العلماء بتاريخ نشوء هذا البحث من قبل أن يتناوله ابن الهيثم ، وعن مبلغ ما يصح نسبته الى ابن الهيثم من الفضل فى ابتكار الحلول التى أوردتها ، وما يصح نسبته الى المتقدمين من العلماء ، وعلى رأس هؤلاء المستشرقين « فون بودا » عام ١٨٩٣ م .

لم يرد البتة فى مناظر أوقليدس موضوع البحث عن نقطة الانعكاس ، وانما ورد فى كتاب المناظر المنسوب الى بطليموس القلوذى ، غير أن ما جاء منه فى هذا الكتاب وان أريد منه أن يتناول المرأة الكرية فلم يتجاوز ما يتعلق بالكرية المحدبة بيان أن تعاكس

النقطتين عنها لا يكون الا من نقطة واحدة ، أما فيما يختص بالكرية المقرة فقد تناول البحث بضع حالات خاصة نذكرها فيما يلي :

(أولا) الحالة التى تكون فيها النقطتان المتعاكستان على قطر واحد من أقطار المرآة ، وروعى فيها وضعان أحدهما الوضع الذى تكون فيه النقطتان على بعد واحد من المركز ، والثانى الوضع الذى تكون فيه النقطتان على بعدين مختلفين من المركز .

(ثانيا) الحالة التى لا تكون فيها النقطتان على قطر واحد من أقطار المرآة ، وانما تكونان فيها على بعدين متساويين من المركز ، وقد قسم البحث عنها قسمين روعى فى أحدهما أن يكون المستقيم الواصل بين النقطتين المتعاكستين واقعا بين مركز المرآة والجزء العاكس من سطحها ، وهو القسم الذى يقابل من بحوث ابن الهيثم الانعكاس من قوس القطاع الأول ، وفيه تخرج الدائرة المحيطة بالمثلث المكون من مركز المرآة ومن النقطتين المتعاكستين ، فان قطعت الدائرة محيط دائرة الفصل على نقطتين ، كانت نقطتا التقاطع نقطتى انعكاس ، وكانت أيضا النقطة التى يلقي عليها العمود المنصف للمستقيم الواصل بين النقطتين محيط دائرة الفصل ، نقطة انعكاس أيضا ، فيكون نقاط الانعكاس ثلاثا ، أما اذا لم تقطع الدائرة المحيطة بالمثلث المذكور محيط دائرة الفصل ، كانت نقطة الانعكاس واحدة وهى النقطة التى يلقي عليها العمود المنصف للمستقيم الواصل بين النقطتين محيط دائرة الفصل .

وقد حاول بطليموس فى هذا المقام أن يبرهن على امكان تعاكس النقطتين المختلفتى البعد عن المركز من ثلاث نقاط ، ولكن كانت غاية ما استطاعه أن يعين القوس التى لا يؤدى فرض الانعكاس من نقطة منها الى الخلف ، أى التى يصح أن تتعاكس النقطتان من نقطة منها ، أما كيفية تعيين نقطة الانعكاس بالذات أو اثبات امكان الانعكاس من ثلاث نقاط فلم يستطع شيئا منهما .

أما القسم الثاني من البحث فقد روعى فيه أن يكون الخط
الواصل بين النقطتين المتعاكستين فيما يلي مركز المرآة من الجزء
العاكس من سطحها ، وهو يقابل من بحوث ابن الهيثم الانعكاس
من قوس القطاع المقابل ، وفى هذا الصدد بين بطليموس فيما
يختص بالنقطتين المختلفتي البعد من المركز امكان تعاكسهما من
نقطة تلك القوس .

تلك هى بالتفصيل الأحوال التى ذكرت فى مناظر بطليموس
والتي أوردتها « بودا » فى كتابه ، أما المرايا الاسطوانية والمخروطية
فلم يتجاوز ما ورد عنهما غير بضع كلمات اكتفى بذكر تلک
المرايا .

ويتضح من هذا أن بطليموس وان كان قد سبق ابن الهيثم الى
ذكر بعض الأمور المتعلقة بنقطة الانعكاس عن المرايا الكرية
المقعرة ، فانه لم يحسن منها الا معالجة حالتين خاصتين ، احدهما
حالة النقطتين اللتين على قطر واحد من أقطار المرآة ، والثانية حالة
النقطتين اللتين ليستا على قطر واحد اذا كانتا على بعد واحد من
المركز .

وانتابت بحوث ابن الهيثم عن المسألة التى وضعها وحلولة التى
ابتكرها شكوك ، رغم أن هذه البحوث قد بلغت الذروة ، ويقول
عنها الأستاذ مصطفى نظيف :

« هى فى نظرنا آية بينة لما أوتيهِ هذا الرجل من المواهب
الرياضية الممتازة والعقل الناضج والنظر البعيد الثاقب ، وما كان
له من سعة الحيلة والكفاية فى علم الهندسة ، واعتمد الغرب على
الترجمة اللاتينية لكتاب المناظر لهذه البحوث وتعليقات القس
« قتلو » عليها ، وهى تعليقات تشوبها أغلاط وأخطاء لصعوبة
ادراكها ، مما حدا لعالم مبرز مثل « بارو » الأستاذ بجامعة كمبردج
أن يقول عن الحل الذى أوردته ابن الهيثم لايجاد نقطة الانعكاس

عن سطح المرأة الكرية المقعرة انه « مطولا تطويلا شنيعا »
أما « بودا » المستشرق الألماني فيصف بعض براهين ابن الهيثم
بالتعقيد ، ويقول عن برهانه على تعيين نقطة الانعكاس عن سطح
المرأة الاسطوانية المحدبة انه يشق على الفهم ، ويعزى ذلك الى
الأخطاء المطبعية فى النسخة اللاتينية من ناحية ، والى عدم صحة
الشكل الوارد فيها من ناحية أخرى .

وهو وان كان قد أورد طريقة ابن الهيثم لتعيين نقطة الانعكاس
عن المرأة الكرية المحدبة وعن الاسطوانية المحدبة وعن المخروطية
المحدبة ، فانه أوردتها بايجاز وأوجز فى الوقت نفسه المقدمات
الهندسية التى بنى عليها ابن الهيثم بحوثه فى كل هذه الأمور ، ولم
يورد براهين ابن الهيثم عليها .

ويرجع الفضل الى امانة اللثام عن هذا الغموض الى بحوث
الأستاذ مصطفى نظيف الذى قام بتصحيح الأخطاء ، ثم قام بشرح
تفاصيل هذا الموضوع تفصيلا رائعا مبسطة ، لا يترك لبعده من
مزيد .

* * *

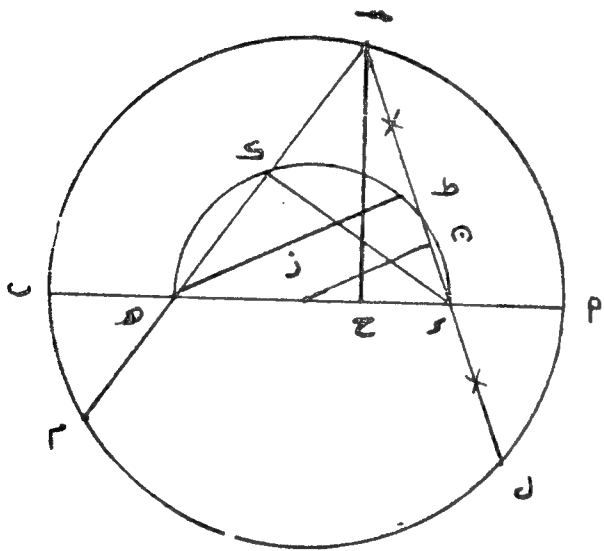
٢ - نترك هذا الموضوع الهندسى الفيزيقي ، لكى نطرق مسألة
هندسية بحتة وهى مذكورة فى المخطوط ن خ ٨ م بدار الكتب
المصرية ، وهى من ابتكار ابن الهيثم ومنطوقها كالاتى : -

« اذا فرض على قطر دائرة نقطتان بعدهما عن المركز متساويان ،
فان كل خطين يخرجان من النقطتين ، ويلتقيان على محيط الدائرة ،
فان مجموع مربعيهما مساو لمجموع مربعى قسمى القطر » .

هذا هو منطوق الفرض بلفظ ابن الهيثم ، وهو يعقبه ببرهان
به قليل من الأخطاء ، ويرجع ذلك الى الناسخ للمخطوط ، وقد
رأينا أن نشرح الموضوع كله بلغة العصر الحاضر لكى يسهل
استيعابه وفهمه .

الفرض:

دائرة أ ب ج قطرها أ ب ومركزها نقطة ز ، أخذت نقطتان
 هـ ، هـ بعدهما عن المركز متساويين ، وأخرج منهما جـ ، هـ جـ
 فتلاقيا في جـ وهى نقطة على محيط الدائرة حسب الشكل التالى :



المطلوب اثباته : $\overline{2}^{\text{ع}} \text{ح} + \overline{2}^{\text{هـ}} \text{ح} = \overline{2}^{\text{ب}} \text{ع} + \overline{2}^{\text{هـ}} \text{ع}$

العمل : ندير على ء ه نصف دائرة ه ك ط ء ونصل

ع ك ، ه ط ثم نخرج ح ح عمودا ا ب يقابله في ح ، وننفذ ح ع
ح ه على استقامتيهما الى ل ، م على محيط الدائرة ،

وننزل عمود زن من ز علی حل

البرهان : ∵ ط ك ه نصف دائرة

ز. د ، ط ه = ق ، د ح ح ه = ق

والمثلثان حء ح ، ه ط ء متشابهان لأن د حء ح
مشاركة ،

$$\frac{ح^{\circ}}{ط^{\circ}} = \frac{٧^{\circ}}{٨^{\circ}} \therefore ق = د ح^{\circ} = د ه ط^{\circ}$$

$$\therefore \text{ح} \cdot \text{ع} \cdot \text{ط} = \text{ع} \cdot \text{ح} \cdot \text{ه}$$

$$\text{وبالمثل ح} \cdot \text{ه} \cdot \text{ك} = \text{ه} \cdot \text{ك} \cdot \text{ح}$$

$$\text{وبالجمع ح} \cdot \text{ع} \cdot \text{ط} + \text{ح} \cdot \text{ه} \cdot \text{ك} = \text{ع} \cdot \text{ح} \cdot \text{ه}$$

$$(\text{ع} \cdot \text{ح} + \text{ح} \cdot \text{ه}) = \text{ع} \cdot \text{ه} \cdot \text{ك}$$

$$\therefore \text{ز} \cdot \text{ن} \cdot \text{ع} = \text{ع} \cdot \text{ز} \cdot \text{ن}$$

$$\text{ك} \cdot \text{خ} \cdot \text{ن} = \text{ن} \cdot \text{ك} \cdot \text{خ}$$

$$\therefore \text{ح} \cdot \text{ع} \cdot \text{ل} = \text{ع} \cdot \text{ح} \cdot \text{ط}$$

$$\text{ولكن ح} \cdot \text{ع} \cdot \text{ل} = \text{ل} \cdot \text{ع} \cdot \text{ب}$$

$$\therefore \text{ح} \cdot \text{ع} \cdot \text{ط} = \text{ط} \cdot \text{ع} \cdot \text{ب}$$

$$\text{وبالمثل ه} \cdot \text{ح} \cdot \text{ك} = \text{ك} \cdot \text{ه} \cdot \text{ب}$$

$$\text{ولكن ا} \cdot \text{ه} \cdot \text{ب} = \text{ب} \cdot \text{ا} \cdot \text{ه}$$

$$\therefore \text{ب} \cdot \text{ج} \cdot \text{ع} - \text{ح} \cdot \text{ع} \cdot \text{ط} + \text{ه} \cdot \text{ح} \cdot \text{ك} = \text{ك} \cdot \text{ه} \cdot \text{ب}$$

$$\text{لأن ب} \cdot \text{ع} = \text{ه} \cdot \text{ا} \cdot \text{ب} \therefore \text{ح} \cdot \text{ع} \cdot \text{ط} + \text{ه} \cdot \text{ح} \cdot \text{ك} = \text{ك} \cdot \text{ه} \cdot \text{ب}$$

$$\text{ولكن من ا} \cdot \text{ح} \cdot \text{ع} + \text{ط} \cdot \text{ع} \cdot \text{ب} = \text{ب} \cdot \text{ا} \cdot \text{ه}$$

$$\therefore \text{ح} \cdot \text{ع} \cdot \text{ط} + \text{ح} \cdot \text{ع} \cdot \text{ل} + \text{ط} \cdot \text{ع} \cdot \text{ب} + \text{ل} \cdot \text{ع} \cdot \text{ب} = \text{ب} \cdot \text{ا} \cdot \text{ه}$$

$$\text{ح} \cdot \text{ك} = \text{ك} \cdot \text{ه} \cdot \text{ب} + \text{ا} \cdot \text{ه} \cdot \text{ب}$$

$$\therefore \text{المستقيم ه} \cdot \text{ا} \cdot \text{ب} \text{ مقسم من الخارج في ا}$$

$$\therefore \text{ه} \cdot \text{ا} \cdot \text{ب} = \text{ا} \cdot \text{ه} \cdot \text{ب} - \text{ا} \cdot \text{ه} \cdot \text{ك} + \text{ا} \cdot \text{ه} \cdot \text{ل}$$

$$\therefore \text{ه} \cdot \text{ا} \cdot \text{ب} + \text{ا} \cdot \text{ه} \cdot \text{ك} = \text{ا} \cdot \text{ه} \cdot \text{ل} + \text{ا} \cdot \text{ه} \cdot \text{ب}$$

$$\therefore \text{ه} \cdot \text{ا} = \text{ا} \cdot \text{ه}$$

$$\therefore \text{ح} \cdot \text{ع} \cdot \text{ط} + \text{ح} \cdot \text{ع} \cdot \text{ل} + \text{ط} \cdot \text{ع} \cdot \text{ب} + \text{ل} \cdot \text{ع} \cdot \text{ب} = \text{ب} \cdot \text{ا} \cdot \text{ه}$$

$$\text{ح} \cdot \text{ك} = \text{ك} \cdot \text{ه} \cdot \text{ب} + \text{ا} \cdot \text{ه} \cdot \text{ب}$$

$$\therefore \text{ه} \cdot \text{ا} \cdot \text{ب} + \text{ا} \cdot \text{ه} \cdot \text{ك} = \text{ا} \cdot \text{ه} \cdot \text{ل} + \text{ا} \cdot \text{ه} \cdot \text{ب}$$

وذلك ما أردنا أن نبين

مثل هذه المسائل ينبغي أن يدرسها طالب ثانوى كنموذج من النماذج ، ويطلق عليها مسألة هندسية لابن الهيثم ، حتى يشعر الطالب العربى بما كان عليه علماء العرب من فكر عميق ، مثل هذا يحدث فى الكتب الأجنبية حيث يقول الفرنسية ان هذه معادلة لاجرانج ويقول الألمان تلك معادلة اويلر ، وهكذا .

ننتقل بعد ذلك الى موضوع هندسى آخر لابن الهيثم ، نسرده بعضا منه عن مخطوط « قول ابن الهيثم فى خواص المثلث من جهة العمود » ، والمخطوط موجود بمكتبة خدابخش بتنه بحيدر آباد الدكن فى الهند وتاريخ نسخه ٦٣٢ هجرية ، وقد سبق لى أن حققته علميا فى مجلة رسالة العلم عدد مارس ١٩٦٦ م ، ويبتدىء المخطوط بالبسملة كما هى عادة علماء العرب ثم يقول :

« ان المتقدمين من المهندسين نظروا فى خواص المثلث المتساوى الأضلاع ، فظهر لهم أن كل نقطة تعترض على ضلع من أضلاع المثلث المتساوى الأضلاع ، ويخرج منها عمودان على ضلعى المثلث الباقيين ، فان مجموعهما مساو لعمودى المثلث وأثبتوه فى كتبهم . ونظروا فى أعمدة المثلث الباقية فلم يجدوا لها نظاما تاما ، ولا ترتيبا فلم يذكروا فيها شيئا ، ولما كان الحال هذه دعتنا الحاجة الى النظر فى خواص المثلث ، فوجدنا لأعمدة المثلث المتساوى الساقين نظاما مطردا ، ووجدنا لأعمدة المثلث المختلف الأضلاع أيضا نظاما وترتيباً مطردا .

فلما تبين لنا ذلك ألفنا فيه هذه المقالة .

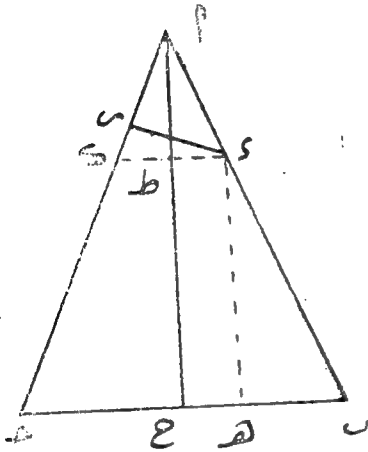
ونحن نقدم أولا ما ذكره المتقدمون من خاصة أعمدة المثلث المتساوى الأضلاع ثم نتبعه بما استخرجناه نحن من خواص أعمدة المثلثات الباقية ، لتكون خواص أعمدة جميع المثلثات مجتمعة فى هذه المقالة .

أما الذى ذكره المتقدمون فهو كل مثلث متساوى الأضلاع
نفرض على أحد أضلاعه نقطة ، ويخرج منها عمودان الى الضلعين
الباقين ، فان مجموعهما مساو لعمود المثلث » .

ثم يبرز ابن الهيثم مقالا لما ذكره المتقدمون وهو :

مثلث أ ب ج متساوى الأضلاع وفرض على الضلع أ ب
نقطة ء حسب الرسم التالى ، وخرج منها عمودا ء ه ، ء و ، وأخرج
عمود أ ح فان عمودى ء ه ، ء و متساويان بمجموعهما لعمود أ ح .

البرهان :



يرسم الخط ء ك موازيا للضلع ب ح
فعلى ذلك يصبح \triangle ا ء ك متساوى
الأضلاع

لتشابهه مع المثلث الأصيل ا ب ح

$$\therefore \text{ا ط} = \text{و ء}$$

الضلع ء ه يوازى ويساوى ط ح

$$\therefore \text{و ء} + \text{ا ط} = \text{ه ء} + \text{ط ح}$$

ويذكر ابن الهيثم أيضا أن المتقدمين أثبتوا أيضا أن كل مثلث
متساوى الأضلاع ، اذا فرضت نقطة بداخله ، وخرج منها أعمدة على
أضلاع المثلث ، فان مجموع تلك الأعمدة مساو لعمود المثلث .

هذه التمارين الهندسية بسيطة فى حد ذاتها ولكن مدلولها كبير .
لأنها توضح ما كان عليه علم الهندسة قبل ابن الهيثم ، الذى يستطرد
قائلا :

« وأما الذى استخرجناه نحو فهو الذى نذكره الآن :

كل مثلث تخرج من زواياه أعمدة على أضلاعه فان نسبة الضلع
الى الضلع بالتكافؤ » .

مثال ذلك :

\triangle ا ب ح خرج فيه أعمدة اء ، ب ه ، ح ر
فأقول أن نسبة عمود اء الى عمود ب ه كنسبة ا ج الى ح ب
وأن نسبة عمود اء الى عمود ح ر كنسبة ا ب الى ب ح .

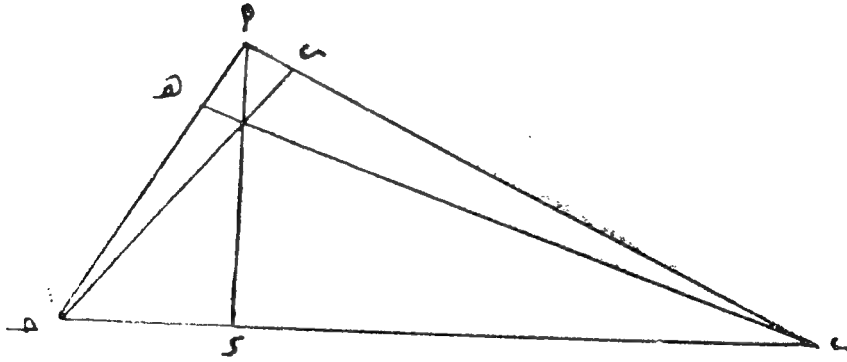
برهان ذلك :

ان زاويتي اء ، ه كل واحدة منهما قائمة
وزاوية ح مشتركة

\triangle ا ح اء يشابه \triangle ب ح ه

$$\frac{ا اء}{ب ه} = \frac{ا ح}{ب ح} \quad (\text{فى الأصل ا ح خطأ})$$

$$\frac{ا اء}{ح ر} = \frac{ا ب}{ب ح} \quad \text{وكذلك يمكن اثبات أن}$$

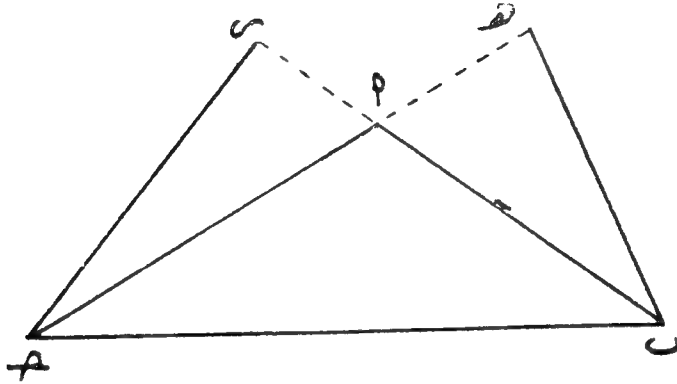


فاذا كان المثلث حاد الزوايا فمساقط الأعمدة تكون ثلاثتها فى
داخل المثلث على ما فى الصورة السابقة .

وان كان المثلث منفرج الزاوية فواحدة من الأعمدة تكون فى
داخل المثلث ، والعمودان الباقيان يكونان خارج المثلث على ما فى

الصورة التالية وان كان المثلث قائم الزاوية ، فالعمودان الخارجان من الزاويتين الحادتين انما هما ضلعا المثلث المحيطان بالزاوية القائمة .

ثم يستطرد ابن الهيثم فى سرد الكثير من الفروض ، ويبرهنها بطرق مبسطة :



ومثال ذلك :

« وأيضاً فان كل مثلث قائم الزاوية مختلف الأضلاع تخرج من زاويته القائمة عمود على القاعدة ، ثم نفصل من أعظم قسمي القاعدة مثل أصغرهما ، ونوصل بين نهايته وبين الزاوية القائمة بخط ، ثم نقسم الزاوية التى تبقى من الزاوية القائمة بنصفين ، فان الجزء الذى ينفصل من القاعدة بين الخط الذى يقسم الزاوية الباقية وبين مسقط العمود مساو للعمود » .

ثم يوضح ابن الهيثم حالات المثلث المتساوى الساقين وحالات المثلث المختلف الأضلاع فى بقية مخطوطه ، وجميعها من ابتكاراته ولم يسبقه أحد فى الوصول اليها .

أوقليدس

مصادراته و شكوكه

ألف الحسن بن الهيثم كتابين عن أوقليدس هما :

١ - شرح مصادرات أوقليدس

٢ - فى حل شكوك كتاب أوقليدس

وكثيرا ما يتمثل بكتاب « الأصول » لأوقليدس ، فمن هو هذا الأوقليدس الذى أثار كل هذا الصراع العلمى بين حكماء العرب ؟

يقول قاضى زاده (١) فى مخطوطه « كتاب شرح أشكال التأسيس » الموجود بدار الكتب المصرية رقم ٧ مجاميع م :

« اقلى هو المفتاح ودس هو الهندسة أى مفتاح الهندسة ، أوقليدس وزيادة واو اسم رجل وضع كتابا فى هذا العلم المعروف ، وقول ابن عباس أوقليدس اسم كتاب غلط » ، فى الواقع لا ينطبق هذا الشرح على ما هو موجود بقواميس العرب فالأقليد هو المفتاح وليس أقلى كما يذكر المخطوط !

وحقيقة الأمر كما ذكره نصير الدين الطوسى فى مخطوطه « تحرير أصول أوقليدس » أن كتاب الأصول الذى يقال له الاستقصى

(١) قاضى زاده رومى هو عالم سمرقند الكبير أيام السلطان أولوغ بك

(المتوفى عام ١٩٤٩ م) .

لتحليل سائر العلوم الرياضية اليه فى سالف الأيام ، كان مرتبا على خمس عشرة مقالة ، فمال بعض ملوك اليونان الى حله ، فاستعصى عليه فأخذ يتنسم أخبار الكتاب من كل وارد من أهل العلم عليه ، فأشار بعضهم الى رجل اسكندراني فى بلد الصور ، يقال له أوقليدس أنه مبرز فى علمى الهندسة والحساب فطلبه الملك ، وأمره بتهذيب الكتاب وترتيبه ، فهدبه ورتبه على ثلاث عشرة مقالة ، واشتهر الكتاب باسمه ، وحذف المقالتين الأخيرتين لأن مسائلها كانت من المقدمات التى يتوقف عليها براهين نسب المجسمات المذكورة فى المقالة الثالثة عشرة ، وكيفية رسم الأشكال المذكورة فيها بعضها فى بعض ، وكانت كلها تستبين منها ومن غيرها ومن المقالات المقدمة عليها ، وكان الكتاب موضوعا لأن يوضع فيه الأصول دون الفروع ، اذ هى غير متناهية ، ولذلك عدت قضايا لم تتبين الا فى هذا العلم من الأصول الموضوعات لما كانت ظاهرة البيان من مسائل الكتاب ، ثم نشأ بعد زمان بعسقلان رجل يقال له « انسقلاوس » برز فى العلوم الرياضية ، وألحق المقالتين بالكتاب بعد تهذيبهما ، فصار الكتاب بهما خمس عشرة مقالة ، ثم نقل الى العربية مرتبا على خمس عشرة مقالة ، واشتهر من النسخ المنقولة نسختان بين علماء هذه الصناعة ، احدهما هى التى أصلحها ثابت بن قرة الحراني والأخرى هى التى نقلها وأصلحها حجاج بن مطر . . الخ » .

ثم أخذ كثير من المتأخرين فى تحريره متصرفين فيه ايجازا وضبطا وايضا وبسطا : والأشهر مما حرروه تحرير المحقق نصير الدين الطوسى :

ولم يؤثر كتاب الأصول لأوقليدس فى المناشط العلمية فقط ، بل أثر فى الفلسفة الاسلامية أشد تأثير ، وهاجمه الامام الغزالي فى كتابه المنقذ من الضلال ، وقال بعض الشعراء فيه شعرا ركيكا ، ذكره قاضى زاده فى مخطوطه :

وذو هيئة يزهو بوجه مهندس أموت به فى كل يوم وأبعث
أحاط بأشكال الملاحه وجهه كأن به اقليدس يتحدث
فعارض خط استوا وخاله به نقطة والصدغ شكل مثلث

يقول بعض شراح مقالات أوقليدس ، أن الأسباب التى منها
يؤلف العلم ، وبمعرفتها يحاط بالعلوم يلى الخبر والمثال والخلف
والترتيب والبرهان والفصل والتمام ، وأن أوقليدس يستعمل فى
بعض الأشكال جميع هذه الأسباب السبعة التى ذكر أن منها يؤلف
العلم ، وبمعرفتها يحاط بالعلوم ، وقد يتم الشكل الرابع فقط من
المقالة الأولى بالأربعة منها ، أعنى بالخبر والمثال والبرهان والتمام ،
وأكثرها يتم بالخمسة أعنى بزيادة الترتيب ، ولا يتم شكلا واحدا
بسته لأن الخلف مقرون بالفصل ، وأما ما جعل الخلف بعد المثال
فهو بين من المسائل التى برهن عليها بالخلف .

أما الخبر فهو الخبر المقدم عن الجملة قبل التفسير .

- وأما المثال فهو صور الأشكال المدلول بصفاتها على معنى الخبر .
- وأما الخلف فهو خلاف المثال وصرف الخبر الى ما لا يمكن .
- وأما الترتيب فهو تأليف العمل المتفق على مراتبه فى العلم .
- وأما الفصل فهو فصل ما بين الخبر الممكن وغير الممكن .
- وأما البرهان فهو الحجة على تحقيق الخبر .
- وأما التمام فهو احاطة العلم بالمعلوم التابع لجميع ما ذكر .

ومن جهة أخرى نرى الخوجة نصير الدين الطوسى (١) يذهب
الى التجميع ، فيقول أن أوقليدس يبنى براهينه على ثلاث فئات
من القضايا هى : -

(١) تحرير أصول الهندسة والحساب مخطوط بدار الكتب المصرية رقم ١

١ - الحدود مثل قوله :

« ان النقطة مالا جزء له » أو ان « الخط طولا بلا عرض وينتهى
بالنقطة » أو ان السطح أو البسيط ماله طول وعرض فقط وينتهى
بالخط .

٢ - العلوم المتعارفة مثل قوله :

الأشياء المساوية لشيء بعينه متساوية ، أو

ان أزيد على المتساوية أو نقص منها متساوية ، حصلت
متساوية ، أو ان الكل أعظم من الجزء

أما المصادر التي يضعها أوقليدس فهي الخمس الآتية : -

١ - لنا أن نخط خطا مستقيما بين أى نقطتين .

٢ - وأن نخرج خطا مستقيما محدودا على استقامته .

٣ - وأن نرسم دائرة على أى نقطة وبأى بعد .

٤ - الزوايا القائمة كلها متساوية .

٥ - اذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين فصير الزاويتين
الداخلتين على جهة بعينها انقص من قائمتين ، فان المستقيمين ان
أخرجنا الى غير حد ، يلتقيان فى تلك الجهة .

ويلاحظ أن المصادر الثلاث الأولى تطلب التسليم بإمكان
عمل بعض الأشكال الهندسية (ان فى الواقع أو فى المخيلة) ،
فى حين أن المصادرتين الأخيرتين تقرر كل منهما حقيقة معينة .

فالمصادرة الرابعة تقرر تساوى الزوايا القائمة جميعا ، وبذلك
تجعل من الزاوية القائمة مقدارا متعينا يقاس به غيرها من الزوايا ،
وهذا الأمر بالاضافة الى ما يبدو من وضوح هذه المصادرة ، هو

الذى دعا بعض الشراح القدماء الى اخراجها من جملة المصادرات ووضعتها فى عداد العلوم المتعارفة .

والمصادرة الخامسة تقرر التقاء الخطين المستقيمين المرسومين فى سطح واحد مستو ، ان تحقق شرط معين .

ويذهب ثابت بن قرة الحرانى فى مقالته عن برهان المصادرة المشهورة من أوقليدس فى مخطوطه الموجود بدار الكتب المصرية ن خ ٧ رياضة م الى تجديد المصادرة فى الخطوات التالية :

١ - اذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين وكانت الزاويتان المتبادلتان متساويتين فان ذينك الخطين لا يقربان ولا يبعدان فى جهة من جهتيهما مثل خطى أ ب ، ج ء وقع عليها خط ه ز فكانت زاويتا أ ه ز ، ه ز ، متساويتين .

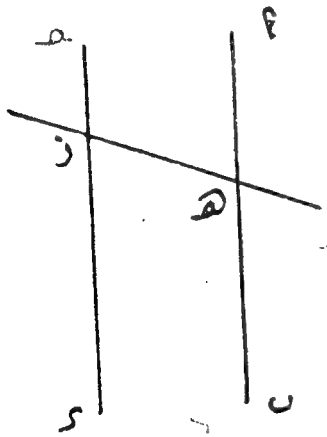
يستند ثابت بن قرة فى برهان هذه القضية على طريق الخلف .

٢ - اذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين لا يقربان ولا يبعدان فى جهة من جهتيهما فان المتبادلتين متساويتان .

والبرهان أيضا بطريق الخلف .

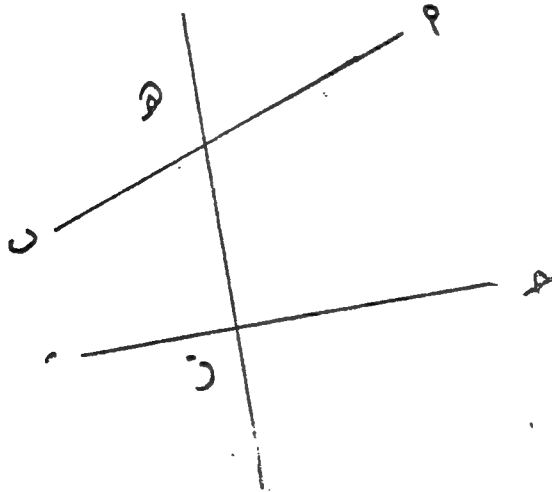
٣ - اذا وصل بين أطراف خطين مستقيمين متساويين لا يقربان ولا يبعدان بخطين مستقيمين فانهما أيضا متساويتان ولا يقربان ولا يبعدان .

٤ - كل مثلث يقسم ضلعين من أضلاعه وكل واحد منهما بنصفين ، ويوصل بين النقطتين اللتين قسما عليهما بخط مستقيم فانه نصف الضلع الآخر ولا يقرب منه ولا يبعد .



٥ - اذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين فصيّر الزاويتين اللتين في جهة واحدة أقل من قائمتين فان الخطين اذا أخرجا في تلك الجهة التقيا .

وليكن أ ب ، ج د هما الخطين المستقيمين المرسومين ، وليكن هـ ز قاطعا لهما بحيث أن مجموع الزاويتين ب هـ ز ، هـ ز ، أقل من قائمتين ، فالمصادرة تقرر أن الخطين لابد من أن يلتقيا ان أخرجا باستمرار في جهة ب ، د .



والحق أن هذه المصادرة كانت هدفا لنقد الرياضيين من اللحظة التي أعلنها فيها أوقليدس ، وقد أوضح أبروكلوس (Proclus) ٤١٠ - ٤٨٥ م في شرحه على المقالة الأولى من كتاب « الأصول » نوع الاعتراضات التي وجهت إليها ، ويمكن تلخيص هذه الاعتراضات الأولية فيما يلي :

ليست المصادرة الخامسة مصادرة بمعنى الكلمة ، أي أنها ليست من القضايا التي يجوز التسليم بها دون برهان ، وانما هي في الحقيقة قضية تنطوي على صعوبات بالغة ، وهنا يستشهد أبروكلوس

بمحاولة بطليموس الفلكى فى البرهنة على هذه القضية ، والتى
يعتبرها غير موفقة .

فقد يسلم المرء بأن فى انقاص الزاويتين الداخليتين عن قائمتين
ما يستلزم بالضرورة تقارب الخطين من جهة هاتين الزاويتين ، ولكن
هذا وحده لا يكفى للجزم بأن الخطين لابد ملتقيان فى نقطة ما ،
اذ من المعلوم أن هناك خطوطا هندسية يقترب الواحد منها نحو
الآخر باستمرار ، دون أن يلتقيا أبدا (ومثل ذلك القطع الزائد
Hyperbola والخط المستقيم المقارب له Asymptote).

واذن فلا بد من البرهنة على أن الخطوط المستقيمة ليست من
ذلك النوع ، وعلى ذلك فالمصادرة الخامسة هى مجرد فرض راجح
الصدق ، ولكن لما كان رجحان الصدق لا يكفى للاقناع فى الهندسيات
فلا مفر من البرهنة عليها .

وبالفعل صاغ أبروقلوس برهانا جديدا فى شرحه المذكور بعد
أن بين وجوه النقص التى رآها فى برهان بطليموس ، ولكن محاولة
أبروقلوس هذه لم تكن الأخيرة من نوعها ، فقد أدرك الرياضيون
اللاحقون من العيوب فى برهان أبروقلوس مثل ما أدركه هو فى
براهين السابقين .

وكان لابد لهم أن يحاولوا من جديد ما حاوله هو من قبل ،
واستمرت المحاولات على هذا النحو فى العالم القديم ، ثم انتقلت
العدوى الى العالم الاسلامى بعد ترجمة كتاب الأصول الى العربية فى
نهاية القرن الثانى الهجرى ، ودلا دلوه كل من ثابت بن قرة
والحسن بن الهيثم وعمر الخيام والجوهري ونصير الدين الطوسى
وأثير الدين الأبهري وقاضى زاده رومى .

قال الطوسى أن هذه القضية ليست من العلوم المتعارفة ،
ولا مما يتضح فى غير علم الهندسة ، فاذن الأولى أن تترتب فى

المسائل دون المصادر ، واعترض على أوقليدس فى الدليل ، وهذا أنسب الاعتراض معنى ، وإن كان الأول الأقرب لفظا ، كما ذكر طائفة من مبرزى صناعة الهندسة .

قالوا ثبت فى الحكمة تجزئة المقادير المتصلة الى غير النهاية لامتناع الجزء الذى لا يتجزأ ، وهذا يجوز التقارب أبدا مع عدم الانتهاء الى التلاقى ، على معنى أن العقل لا يجزم بمجرد التقارب على تقدير تسليمه ما لا ينتهى الى التلاقى بناء على أن المقادير قابلة للتجزئة الى غير النهاية ، فلا تكون المقدمة القائلة بأن التقارب ينتهى الى التلاقى ضرورة ، فيتجه اليها المنع قبل أن يقام عليها البرهان .

على أن بعضهم زعم أن التقارب أبدا من غير انتهاء الى التلاقى ممكن فى نفسه وألف رسالة فى بيانه ، ويمكن أن يمنع أيضا قوله ، فيكون ما بين الحطين فى تلك الجهة أضيق ، ثم ألفوا فى بيان هذا الشكل رسالات مشتملة على أشكال ومقالات كالرسائل المنسوبة الى الحكماء والمهندسين مثل الحسن بن الهيثم وعمر الخيام والجوهري ونصير الدين الطوسى وأثير الدين الأبهري وقاضى زاده .

ولا خفاء فى أن ما ذكروه من جواز التقارب أبدا مع عدم التلاقى أمر يشهد صريح العقل بفساده ، هكذا يقول قاضى زاده فى « أشكال التأسيس » : « اذ لو ساغ ذلك أى التقارب مع عدم التلاقى بناء على ما ثبت فى الحكمة لامتنع التقارب أيضا ، لكن التالى بطل بالاتفاق ، فكذا المقدم ، وفيه منع ظاهر يشهد صريح العقل بصحته .

وما يقال من أن التقارب بين الشئيين انما يحصل بتقليل الوسائط بينهما ، وهو ان صح على ذلك التقدير ليس بشئ ، لأن ذلك التقدير انما يقتضى عدم انتهاء الوسائط الممكنة لاستحالة تقلبها ، فانه اذا أفرز شئ منها يكون الباقي أقل بلا اشتباه » .

ويستطرد قاضى زاده قائلا :

« فان قلت لا شك أن افراز شيء يتوقف على امتداد الخط مقدارا ما وهو صح على ذلك التقدير ، واستحال اخراج خط من نقطة الى أخرى لاشتمال ما بينهما على وسائط غير متناهية ، قلت الوسايط غير متناهية بالامكان لا بوجوبه حتى يلزم ما ذكره . »

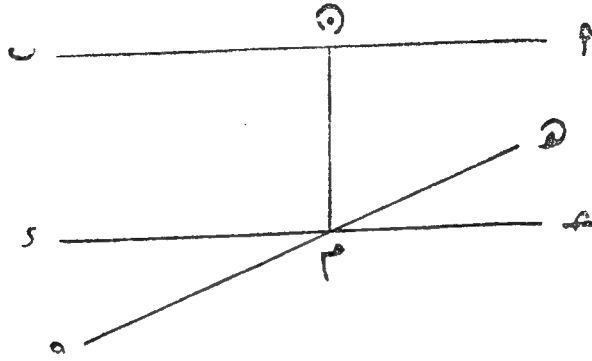
وابن الهيثم فى مخطوطه « مصادرات أوقليدس » يتناول هذه القضية من ناحية أخرى ، ويبرز فيها مفاهيم جديدة تتناول الحركة والحس والتمييز ، فهو يرى أن استبدال منطوقها من « اذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين فصير الزاويتين الداخلتين اللتين فى جهة واحدة أقل من قائمتين فان الخطين يلتقيان » الى منطوق آخر هو :

« ان كل خطين مستقيمين متقاطعين ، وليس بزاوية ، وخطا واحدا مستقيما » وهذه القضية ترجع الى تلك القضية الا أن هذه أبين من تلك ، اذ أنها ترجع الى تلك القضية ، ولأنه اذا خرج من نقطة التقاطع عمودا على الخط المفروض حدث بين العمود وبين الخطين المتقاطعين زاويتان ، وحدث بينه وبين الخط المفرد زاوية قائمة .

وان كان أحد الخطين المتقاطعين موازيا للخط المفرد ، فان الزاوية التى تحدث بينه وبين العمود تكون قائمة ، وذلك أن الخط الموازى هو الخط الذى يحدث من حركة العمود على الخط الذى هو عمود عليه ، اذ كان فى جميع حركته قائما على الخط الذى هو عمود عليه ، واذا كان فى جميع حركته قائما على الخط الذى هو متحرك عليه »

وتفسير ابن الهيثم يذكر فى اقامة عمود على النقطة م حسب الشكل التالى ، وهى نقطة تقاطع الخطين ح ء ، ه و والخط م ن عمود على ح ء الموازى للخط ا ب ، ويثبت أن زاوية ن م ه أقل من الزاوية القائمة ن م ح .

وبما أن زاوية أ ن م = زاوية ن م ح = ق
والخط ا ب ، حء متوازيان ، ثم أن الخط ه و ، حء
متقاطعان ، فعلى ذلك فالخطان ا ب ، ه و لابد متقابلان



ويقول بلفظه :

« وبين في ذلك الشكل أن هذا الخط الذى يحدث يحيط مع
العمود زاوية قائمة ، فاذا كان أحد الخطين المتقاطعين موازيا للخط
المفرد (جء ، أ ب) فهو محيط مع العمود الخارج من نقطة التقاطع
القائم على الخط المفرد بزائيتين قائمتين .

فيكون الخط الأخير المقاطع له يحيط مع العمود بزائوية أقل من
قائمتين فهما يلتقيان .

فهذه القضية أعنى خطين متقاطعين موازيان خطا واحدا ترجع
الى القضية التى ذكرها أوقليدس ، وقد يتبين صحة تلك بالبرهان
فى شرح المصادر ، .

وما يعنيه ابن الهيثم استحالة وجود خطين متقاطعين وهما فى
الوقت نفسه موازيان للخط المفرد ، أى من المستحيل أن يوازي
كل من الخطين جء ، ه و المتقاطعين فى نقطة م الخط المفرد أ ب .

ويستطرد ابن الهيثم قائلا :

« فهذه القضية اذن صادقة ، وأما أن هذه القضية أظهر من تلك عند الحس ، وأوقع في النفس ، فلأن الخطين المتوازيين اللذين لا يلتقيان (أ ب ، ح ء) يكون البعد الذى بينهما أبدا متساويا ، وقد تبين فى الشكل الأول من شرح المصادرات أن ذلك كذلك ، ومع هذه الحال فتساوى البعد بين الخطين المتوازيين يشهدا الحس ، لأن كل خطين يوجدان فى الأجسام الطبيعية ، اذا كان البعد الذى بينهما متساويا ، والحس يشعر بهما فهما لا ينتهيان .

واذا فرض الخطان ، وفرض أنهما لا يلتقيان ، فالحس يشهد أن الأبعاد التى بينهما متساوية ، فالحس يشهد أن الخطوط المحسوسة التى أبعاد ما بينها متساوية لا تلتقى ، والخطوط المتوازية التى لا تلتقى يشهد الحس والتمييز جميعا أن الأبعاد التى بينها أبدا متساوية ، فاذن لابد أحد الخطين المتقاطعين موازيا للخط المفرد ، فالحس والتمييز يشهدان أن الأبعاد التى بينهما أبدا متساوية .

واذا كانت الأبعاد التى بين أحد الخطين المتقاطعين ، وبين الخط المفرد متساوية ، فان الأبعاد التى بين الخط الآخر وبين الخط المفرد يشهد الحس والتمييز بأنها مختلفة ، لأن هذا الخط الآخر يكون فيما بين الخطين المتوازيين ، وتكون الأعمدة التى تقع منه على الخط المفرد مختلفة لأنه كلما أخرج على استقامته ، تعد من الخط المقاطع له ، وكلما بعد فصل من الأعمدة التى تقع بين الخطين المتوازيين مقاديرا أعظم ، والحس يشهد بذلك » .

وابن الهيثم يعنى من ذلك أن الخط م ن اذا تحرك فى اتجاه ب ، ء فان طوله يكبر كلما مد على استقامته حتى يقطع الخط ه و ، أى حركته الى اليسار تسبب زيادة طوله ، وحركته الى اليمين تسبب قصر طوله ، والطول هنا ما بين الخطين أ ب ، ه و .

ويستمر ابن الهيثم فى برهانه :

« ولهذا العلة يشهد الحس والتمييز أن الخطين المتقاطعين لا يوازيان خطأ واحدا ، فاذا صودر على القضايا الخمسة من غير تمييز ولا برهان ، فالأولى أن نجعل هذه القضية ، أعني خطين متقاطعين لا يوازيان خطأ واحدا بدلا من القضية الأخيرة » .

تفكير ابن الهيثم هذا لم يعجب عمر الحيام ، فتناوله بالنقد في مخطوطه « مصادرات أوقليدس » حيث قال في مقدمته :

« وقد أتى بمصادرة عظيمة (أى أوقليدس) ولم يبرهن عليها ، وهى قوله ان كل خطين مستقيمين يقطعان خطأ مستقيما على نقطتين خارجين منه فى جهة واحدة على أقل من زاويتين قائمتين ، فانهما يلتقيان فى تلك الجهة ، بل أخذها مسلمة ، وهذه مسألة هندسية لا يتبرهن الا فيها أصلا ، فهى لازمة للمهندس شاء أم أبى ، وليس له أن يبنى عليها شيئا الى بعد البيان .

ثم انى شاهدت جماعة من متصفحى كتابه ، وحالى شكوكه لم يتعرضوا لهذا المعنى أصلا لصعوبته ، مثل ايرن وأوطوقس من المتقدمين ، أما المتأخرون فقد مدت منهم جماعة أيديهم الى البرهان عليها ، مثل الخازن والشنى والتبريزى وغيرهم ، فلم يتأت لواحد منهم برهان نقى ، بل كل واحد منهم صادر على أمر ليس تسليمه بأسهل من هذا ، ولولا كثرة نسخ تلك الكتب ، وكثرة مزاوليها والناظرين فيها لكنت أوردها ها هنا ، وأبين وجه المصادرة والغلط ، على أن تعرف ذلك من مسطوراتهم أمر سهل جدا .

وقد شاهدت كتابا لأبى على بن الهيثم رحمه الله ، موسوما بـ « حل شكوك المقالة الأولى » فلم أشك أنه قد تصدى لهذه المقدمة وبرهن عليها ، فلما تصفحته مبتهجا به صادفت المصنف قد قصد أن تكون هذه المصادرة في صدر المقالة من جملة سائر المبادئ من غير احتياج الى برهان ، وتكلف فى ذلك تكلفا خارجا عن الاعتدال ، وغير

حدود المتوازيات ، وفعل أشياء عجيبة كلها خارجة عن نفس الصناعة منها أنه قال اذا تحرك خط مستقيم قائم على خط آخر ، ويكون قيامه محفوظا على ذلك الخط فى حركته ، فانه يفعل بطرفه الآخر خطا مستقيما ، فان الخط الحادث مواز للخط الساكن ، ثم يأخذ هذين الخطين ويلويهما ويحركهما ، ويعتبر فيهما عدة اعتبارات كلها خارجة ، حتى يصح له فى الصدر هذه المقدمة بعد ارتكاب هذه المصاعب والمنكرات .

وهذا كلام لا نسبة له الى الهندسة أصلا من وجوه ، منها أنه كيف يتحرك الخط على الخطين مع انحفاظ القيام ، وأى برهان على أن هذا يمكن ؟ ومنها أنه أية نسبة بين الهندسة والحركة ، وما معنى الحركة ؟ ، ومنها أنه قد بان عند المحققين أن الخط عرض لا يجوز أن يكون الا فى سطح ، ذلك السطح فى جسم ، أو يكون نفسه فى جسم من غير تقدم سطح ، فكيف يجوز عليه الحركة عن موضوعه ؟ ، ومنها أن الخط كيف يحصل عن حركته النقطة وهو قبل النقطة بالذات والوجود ؟ » .

ويستمر عمر الخيام (١٠٤٠ - ١١٣٢ م) فى نقده الشديد لابن الهيثم حتى فى استشهاده ببراهين أوقليدس قائلا بلفظه :

« ولقایل أن يقول ان أوقليدس قد حد الكرة فى صدر المقالة الحادية عشر بشئ من هذا القبيل ، وهو قوله : الكرة حادثة من ادارة نصف دائرة الى أن يعود الى المبتدأ ، فنجيب ونقول ان الرسم الحقيقى الظاهر للكرة معلوم ، وهو أنه شكل مجسم يحيط به سطح واحد فى داخله نقطة ، كل الخطوط المستقيمة الخارجة منها الى السطح المحيط متساوية ، وأوقليدس عدل عن هذا الرسم الى ما قال مجازفة ومساهلة ، فانه فى هذه المقالات التى يذكر فيها المجسمات تساهل جدا تعويلا منه على تدرب المتعلم عن دخوله اليها ، ولو كان لهذا الترسيم معنى لكان يحد الدائرة بأن يقال ان الدائرة هى شكل

مسطح حادث عن ادارة خط مستقيم فى سطح مستو بحيث يثبت أحد طرفيه فى موضعه وينتهى الآخر الى مبتدأ الحركة ، فلما عدل عن هذا النوع من الترسيم لمكان الحركة وأخذه ما ليس له مدخل فى الصناعة مبدأ فيها ، لزمنا أن نقفوا آثارهم ولا نخالف الأصول البرهانية والدستورات الكلية المذكورة فى كتب المنطق .

ثم ليس تحديد أقليدس للكثرة مثل تحديد هذا الرجل (ابن الهيثم) ، وذلك أن أقليدس عرف شيئاً ما بوجه غير مرض ، وذلك الشيء معلوم من عدة وجوه أخرى ، وتعريفه المذموم لا يصير مقدمة لأمر عظيم الشأن ، بل يعدل عن تعريف آخر أحسن منه ، وهذا الرجل (ابن الهيثم) اجتهد فى هذا النوع من التعريف المنكر أن يصيره مقدمة لإثبات أمر لا يكاد يثبت إلا بالبرهان ، فبين الرجلين فى التعريفين فرق ، هذا الشك فى صدر المقالة الأولى .

ان من يقرأ هذا النقد العنيف لعمر الخيام يشعر بمدى تغفل فكرة الشعوبية فيه ، فعمر الخيام ايرانى والحسن بن الهيثم عراقى عربى ، ومخاطبته بـ « هذا الرجل » يشعر بتعاليه عند التحدث عن عالم كبير توفاه الله قبل أن يولد الخيام ببضع سنوات ، مع أن برهان ابن الهيثم فيه حساسية وحركة ، أما براهين الخيام ففيها « سكوت » على غرار براهين الأغارقة .

لم يقف النضال العلمى عند هذا الحد ، بل استمر دفاقا فى الشرق الاسلامى برغم محنة المغول وتحطيم الخلافة العباسية فى بغداد بعد هجمات الطاغية هولاكو خان الذى انتظم فى خدمته العالم المحقق الكبير نصير الدين الطوسى (١٢٠١ - ١٢٧٤) .

تناول هذا العالم مؤلفات أوقليدس : أصوله ومصادراته وشكوكه وألف فى هذا الصدد كتابه تحرير أصول أوقليدس الذى

طبع فى روما سنة ١٥٩٤ م على الحجر فى القرن السادس عشر ،
وكان قد ترجم الى اللاتينية قبل ذلك .

قال الطوسى عن مصادرة أوقليدس الخامسة :

« لما كانت لا تعتبر ضمن القضايا المشتركة بين العلوم جميعا ،
ولا يختص بالنظر فيها علم غير الهندسة ، فهى ليست مما يجوز
أن يطلب التسليم به فى الهندسة ، وانما ينبغى ادراجها فى عداد
القضايا التى يطلب عليها البرهان الهندسى » .

ولكى يبرهن الطوسى على المصادرة الأوقليدية ، يطلب منا
التسايم بقضية أخرى يضعها بدلا منها ، وهذا هو المنحى الذى
سبق أن اتجه اليه ابن الهيثم واعترض عليه عمر الحيام ، وصياغة
الطوسى هكذا :

« الخطوط المستقيمة الكائنة فى سطح مستو ، ان كانت
موضوعة على التباعد فى جهة فهى لا تكون موضوعة على التقارب
فى تلك الجهة بعينها ، وبالعكس الا أن يتقاطعا » ولنا أن نتساءل
عما اذا كانت هذه القضية الجديدة لا يرد عليها نفس الاعتراض
الذى أورده الطوسى على المصادرة الأوقليدية ، فمما لا شك فيه
أنها ليست من القضايا التى تتضح فى غير علم الهندسة ، فهل
معنى ذلك أنه اعتبرها من العلوم المتعارفة ؟ لا يجيب الطوسى
صراحة على هذا السؤال ، وكل ما نستطيع افتراضه أنه اعتبرها
أكثر وضوحا من مصادرة أوقليدس .

وبالطبع يجيز الطوسى لنفسه فى برهانيه أن يستخدم
ما يشاء من القضايا الأوقليدية السابقة على القضية ٢٩ من المقالة
الأولى من كتاب « الأصول » وهى القضية التى يفترض فيها أوقليدس
المصادرة الخامسة للمرة الأولى فى كتابه ، ولكن الطوسى لم يكن
باستطاعته أن يتم برهانيه معتمدا على تلك القضايا وحدها ، وانما

اضطر الى التسليم بقضية أخرى ، قد استعملها أوقليدس . كما يقول ويصوغها الطوسي هكذا .

« كل مقدارين محدودين مختلفين بالعظم والصغر ، فالصغير يصير أعظم من العظيم بالتضعيف مرة بعد أخرى » .

تعرف هذه القضية الأخيرة بـ « مصادرات أرشميدس » وان لم يكن أرشميدس أول من استعملها ، فالمعلوم (نقلا عن أرشميدس نفسه) أن أودكسوس (٣٦٧ ق.م) قد استعان بها في البرهنة على بعض القضايا التي ظهرت فيما بعد في كتاب « الأصول » .

وكذلك استعملها أوقليدس في برهانه على القضية الأولى من المقالة العاشرة ، مستندا في تبريره لها الى تعريفه للمقادير ذوات النسبة كما ذكره في المقالة الخامسة .

« يقال عن المقادير أنها ذات نسبة الى بعضها البعض ، اذا كان يزيد بعضها على البعض بالتضعيف » .

وهكذا يتضح لنا أن الطوسي قد استعان بوسائل ليبلغ هدفه في برهان المصادرة الخامسة لأوقليدس ، وهذه الوسائل هي :

١ - المصادرة الجديدة التي ابتكرها الطوسي نفسه كما ذكرناها .

٢ - القضايا الأوقليدية المفروضة والبرهنة الى ما قبل القضية ٢٩ من المقالة الأولى من كتاب « الأصول » فيما عدا المصادرة الخامسة طبعا .

٣ - مصادرة أرشميدس التي يسلم بها أوقليدس في المقالة العاشرة .

لسنا هنا في مكان الاسترسال لشرح براهين الطوسي ، اذ لا مجال لها هنا ، ولكننا أردنا أن نوضح مدى عمق العلماء

الاسلاميين عندما يتناولون قضية من القضايا بالشرح والتنفيذ والتوضيح مما كان له أثره البعيد في لحظات اليقظة الأولى لعلماء عصر النهضة الأوروبية حيث تتابعت محاولات البرهنة على المصادرة الخامسة منذ محاولات الأب اليسوعى « جيرولامو ساكيرى » (١٦٦٧ - ١٧٣٣) الذى كان استاذا للرياضيات فى جامعة باثيا بايطاليا ، ومن ثم تكاثرت سريعا فى القرنين الماضيين أى الثامن والتاسع عشر ، وكان الأساس مجموعة ما يعرف باسم « نظرية التوازي » النابعة من المصادرة الخامسة هذه .

ويعترف ساكيرى نفسه بأنه اطلع على محتويات النص العربى الذى طبع فى روما عام ١٥٩٤ ، وتميزت محاولاته بشيئين :

استقصاء البحث واستخدام برهان الخلف .

وهو يؤمن كغيره بصدق المصادرة الخامسة ، وبصدق براهين ابن الهيثم وعمر الخيام والطوسى وغيرهم التى نقلت فيما نقلت من العلوم الى أوروبا ، ولكنه كان أيضا مثل الكثيرين غيره يشعر بضرورة البرهنة عليها ، ونحن نعلم أن البرهنة على قضية ما بواسطة برهان الخلف تبدأ بافتراض كذب هذه القضية ، أو بعبارة أخرى تبدأ بافتراض صدق نقيض هذه القضية ، فإذا أدى هذا الافتراض الى قضية متناقضة (كاذبة) كان هذا دليلا على كذب الفرض ، وبذلك نتوصل الى ثبات صدق القضية الأولى التى أردنا البرهنة عليها ، وهذا هو ما حاوله ساكيرى مع فارق واحد غير جوهري من الناحية الصورية ، هو أنه بدأ بافتراض كذب قضية مكافئة للمصادرة الخامسة ، بدلا من أن يبدأ بافتراض كذب المصادرة نفسها .

وكان فى انتظار ساكيرى مفاجأة لم يكن يتوقعها ، ذلك أنه لم يتوصل الى التناقض الذى كان يأمل فيه الا بعد أن برهن على عدد كبير من القضايا المخالفة لما يناظرها فى أوقليدس ، بل سرعان

ما أظهر البحث فيما بعد أن ذلك التناقض الظاهري لم يكن في الحقيقة الا نتيجة خطأ صوري في الاستنباط ، وأن النسق الذي بناه ساكيرى على القضية التى اعتقد بكذبها كان فيما يبدو خاليا من كل تناقض ، ومعنى ذلك أننا ما لم نكشف عن تناقض فى هذا النسق ، فلا بد من أن نسلم بإمكان قيامه باعتباره نظرية هندسية تخالف قضايها قضايا الهندسة الأوقليدية ، الا أن هذه النظرية الجديدة لها من الناحية الصورية على الأقل مثل ما للهندسة الأوقليدية من حق الوجود .

وهكذا كان اكتشاف أول الهندسات اللاأوقليدية على يد ساكيرى ولكن بالرغم منه ، وهكذا نشأت العلوم الجديدة فى محيط ومناخ غير اسلامى ، نشأت من مشاكل طارئة بعد جهد من بحوث فرعية .

ومن ذلك الحين اتجهت الأبحاث فى المصادرة الخامسة وجهة جديدة ، فقد كان من آثار محاولة ساكيرى هذه أن بدأ الشك يتسرب الى نفوس الرياضيين فى امكان البرهنة عليها ، كما أن النتائج التى توصل اليها ساكيرى بعثت رغبة جديدة فى ولوج أنماط أخرى كان قد فتح الطريق اليها .

واستطاع بالفعل الرياضى السويسرى يوهان هينرج لامبرت (١٧٢٠ - ١٧٧٧) أن يضيف عددا كبيرا من القضايا الى ما سبق أن استنبطه ساكيرى من افتراض كذب المصادرة الأوقليدية ، وبين الرياضى الفرنسى أدريان مارى لچاندر (١٧٥٢ - ١٨٣٢) فى بحوث عديدة ما كان قد أدركه ساكيرى من أن هناك صلة جوهرية بين نظرية التوازي الأوقليدية والقضية القائلة بتساوى مجموع زوايا المثلث القائميتين .

وشينا فشيئا أخذ البحث ينأى عن محاولة البرهنة على مصادرة أوقليدس أو على قضية مكافئة لها ، وسار فى طريق مستقلة عن

هذه المصادرة ، فكانت بحوث شفايكارت (١٧٨٠ - ١٨٥٧ م)
وتورينوس (١٧٩٤ - ١٨٧٤ م) وجاوس (١٧٧٧ - ١٨٥٥ م)
ولوباتشيفسكى (١٧٩٣ - ١٨٥٠) ويوليائى (١٨٠٢ - ١٨٦٠)
وريمان (١٨٢٦ - ١٨٦٦) وكلها أبحاث فى الهندسيات اللاأوقليدية
بمعنى الكلمة .

وينبغى أن نلاحظ أخيرا أن جاوس كان أول من أعلن الاعتقاد
باستحالة البرهنة على مصادرة أوقليدس ، ولكن هذه الاستحالة
لم تثبت بالبرهان الا على يد بلترامى (١٨٦٨ م) وهويل فى مقال
له نشر عام ١٨٧٠ م .

والمتتبع لتاريخ العلم يرى أن « كتاب الأصول » لأوقليدس قد
تعرض لمعارك علمية غزيرة ، فى العصر الاسكندراني ثم فى العصر
الاسلامى بعد ترجمته من السورىانية الى العربية ، وألفت كتب كثيرة
عن مصادراته ، وكتب أخرى فى حل شكوكه التى نشأت عن غموض
بعض براهينه ، وفى هذا يقول ابن الهيثم فى مخطوطه « حل شكوك
أوقليدس فى الأصول وشرح معانيه » ما يلى بلفظه :

« كل معنى تغمض حقيقته ، وتخفى بالبديهة خواصه ، ويشك
به فى بعض أحواله غيره ، فالشك متسلط عليه ، وللمعاند والمشكك
طريق مقنع الى معاندته ، والطعن عليه ، وخاصة العلوم العقلية
والمعانى البرهانية ، اذ العقل والتمييز مشترك لجميع الناس ،
وليس جميعهم متساوى الرتبة فيها ، وليس يدعى واحد من الناس
لغيره فيما يدعى صحته بالقياس ، ولا تصح دعواه فى نفسه ، الا بعد
أن يصح له ذلك المعنى بقياسه وتمييزه الذى استأنفه هو وتشكك
صحته فى عقله » .

ثم قال :

« واذا لم تظهر له الحقيقة فقد عرض له التشكك ، فالتشكك

واقع لأكثر الناس فى المعانى الخفية ، ومن جملة المعانى اللطيفة التى يشتمل عليها كتاب أوقليدس فى الأصول ، وهذا الكتاب هو الغاية التى يشار إليها فى صحة البراهين والمقاييس ، ومع ذلك فلم يزل الناس قديما وحديثا يتشككون فى كثير من معانى هذا الكتاب ، كثير من مقاييسه ، ويتكلف أصحاب علم التعاليم حل كل الشكوك وكشف فسادها وصحة المعانى المتشكك فيها .

ثم يستطرد ابن الهيثم فيوضح السبب الذى دعاه الى تأليف كتابه هذا فيقول : « وقد ألفت فى حل شكوك هذا الكتاب كتب ومقالات للمتقدمين والمتأخرين ، الا أننا ما وجدنا فى هذا المعنى كتابا مستوفيا لجميع الشكوك التى يحتمل أن يعترض بها فى معانى هذا الكتاب ، ولا كتابا مشتملا حلها » .

وفى تصورى أن ابن الهيثم كان يمارس القاء المحاضرات كما نقول بلغة العصر الحاضر ، وموقفه بالنسبة لعصره كموقف الفقيه الذى يدافع عن مذهب ما يعتقد بصحته ، ويتولى الرد على الهجمات التى تتصدى لمذهبه هذا ، وفى الواقع أن من يطلع على كتاب ابن الهيثم فى حل الشكوك لأوقليدس فى الأصول وشرح معانيه يشعر بأنه أمام فقيه فى الرياضيات يفند كل نظرية ويرد على الهجوم نقطة نقطة ، ويقوم بالشرح بأسلوبه فلذلك فهو يضيف الى جميع ذلك - العلل التعليمية فى الأشكال العلمية ، وان كانت علل المعانى العلمية كما يقول هى المقدمات التى تستعمل فى براهين الأشكال ، فان تلك العلل القريبة ، والذى يزيده هو فى كل شكل هو العلة الأولى البعيدة وفى هذا المعنى ما ذكره أحد من المتقدمين ولا المتأخرين على ابن الهيثم ، ثم يضيف الى ذلك أيضا أن بين الأشكال التى بينها أوقليدس ببراهين الخلف ما يدعو الى التشكك فهو يوضحها ببراهين مستقيمة حتى يصبح الكتاب مستوفيا فى شروحه .

وحين يتبدى ابن الهيثم فى الشكوك فهو يتبدى بالمقدمات

المذكورة فى المصادر ، التى يقسمها الى وحدات منها ما هو متسلم ومنها ما هو مبين ومنها ما هو محدود ، فكل متسلم يحتمل التشكك ، وكل ما هو مبين بالقياس فقد يمكن أن يعترض على مقدمات قياسه ، وكل ما هو محدود فيمكن أن يطعن فى حدوده .

وليس المجال هنا فى تلخيص كتابه هذا فهو مخطوط يقع فى حوالى ١٨١ ورقة ، وتوجد منه نسخة فى مكتبة جامعة استانبول ، وبمعهد المخطوطات بالجامعة العربية صورة فوتوغرافية منه ، اذ يعجز المجال هنا عن ذلك ، فنكتفى بذكر قليل من الأمثلة لنرى مدى العمق الذى يتصف به ابن الهيثم فيقول بلفظه :

« ان اوقليدس قال فى أول كتابه النقطة هى شىء لا تجزئة له ، وهذا القول يتوجه عليه الشك من وجهين أحدهما أنه أثبت النقطة انية موجودة ، ثم حدها ، لأنه ليس يمكن أن يحد شىء من الأشياء الا بعد أن تكون انيته موجودة ، لأن الحد هو قول دال على مائية المحدود ، فهو يميز المحدود من غيره ، وليس يمكن أن يميز شىء من أشياء الا بعد أن يكون ذلك المعنى ، وجميع تلك الأشياء موجودة ، وما بين اوقليدس أن النقطة موجودة .

والقول الثانى هو أن قوله هى شىء لا جزء له قد جعله حدا للنقطة ، والحد انما يوجد من جنس وفصل ، فقد جعل الشىء جنسا للنقطة ، ثم فصله بقوله لا جزء له ، فجعل لا جزء له فصلا ، وليس تنفصل النقطة من جميع الأشياء بأنها لا تتجزأ ، لأن ما لا يتجزأ هو أشياء كثيرة .

وانما المتجزئ من جميع الموجودات هو المقادير فقط ، وما سوى المقادير فليس يتجزأ كالوحدة وكالهيولى الأولى وكالعقل الفعال وكالعدم ، فان لا شىء يتجزأ ، وكل واحد من هذه يسمى شيئا ، فقوله لا جزء له ليس يفصل به النقطة عن غيرها ، هذا اذا أثبت أن انية النقطة موجودة » .

يتولى ابن الهيثم الرد على هذه القضية شارحا :

« فنقول فى جواب هذا القول اما أخذه لوجود انية النقطة ،
فذلك لأن الكلام فى وجود الموجودات ليس هو كلاما هندسيا ،
ولا يجب على المهندس اثبات انية النقطة ، ولا اثبات شىء من انيات
المقادير التى يستعملها ، لأن اثبات وجود انيات الموجودات انما هو
على الفيلسوف لا على المهندس .

فأما قوله هى شىء لا جزء له فلم يقصد به الحد الذى يشير اليه
المتفلسفة ، وانما جعله قولاً دالاً على المعنى الذى يسميه نقطة ،
وذلك أن المهندس اما كلامه فى المقادير ، وجميع المقادير يتجزأ ،
والنقطة هى شىء يكون فى المقادير ، ومع ذلك فليس يتجزأ ، فلذلك
أشار اليها أنها لا تتجزأ ، فقول لا جزء له هو معنى يفصل النقطة
من المقادير التى هى فيها ، وليس هو بمحتاج الى أن يفصلها من
غير المقادير اذ كانت لا توجد الا فى المقادير أو منتزعة من المقادير .

وهذا القول كاف فى حل شك من طعن على تحديد أوقليدس
لنقطة » .

ثم يستمر ابن الهيثم فى هذا النسق من الشرح والتعميق
فيقول عن الخط :

« قال أوقليدس والخط طول لا عرض له ، وليس يعترض فى
هذا الجواب شك ، اذ الخط هو البعد بين كل نقطتين ، والنقطة لا طول
لها ولا عرض ولا سمك ، فالبعد بين كل نقطتين لا عرض له .

وأىضا فان الخط هو تقاطع سطحين ، والسطح لا سمك له ،
فالخط لا عرض له لأنه لو كان له عرض لكان يكون العرض سمكا
لأحد السطحين ، فليس يعترض فى هذا القول شك ، أعنى قول
أوقليدس والخط طول لا عرض له .

ثم قال أوقليدس ونهايتا الخط نقطتان .

فهذا القول يعترض فيه شك من وجه واحد ، وهو أن يقال ان أوقليدس قد جعل هذا القول قولاً كلياً يطرد على كل خط ، فقد أخذ أن كل خط فهو متناهي ، وليس كل خط متناهي لأنه قد يمكن أن نفترض خط مستقيم وخطوطه منحنية ، ولا نفترض لها نهايات ، فالخط المحيط بالدائرة أيضاً ليس له نهاية موجودة ، وإذا كان ليس كل خط متناهي ، فليس لكل خط نهايتان ، فليس كل خط نهايتاه نقطتان .

فنقول في جواب هذا الشك ان أوقليدس انما تكلم على الخطوط الموجودة في التخيل وكل خط من الخطوط المستقيمة والمنحنية الموجودة في التخيل فهو متناهي ، لأن ما لا نهاية له من الخطوط المستقيمة لا يتشكك في التخيل » .

ثم يستمر ابن الهيثم في ذكر التفاصيل الدقيقة لتعريف الخطوط المستقيمة والمستديرة والبسيط أى السطح ، فيقول أن كل نقطتين من النقط التي على الخط المستقيم ، فالجزء من الخط الذي بين تلك النقطتين ، هو أقصر الأبعاد التي بين تلك النقطتين ، وهذا القول هو حد للخط المستقيم ، وللخط المستقيم حدود كثيرة ، وهو في هذا الكتاب انما يحل ما يعترض به على كلام أوقليدس فقط من الشكوك ،

ثم يعرف البسيط بأنه هو ماله طول وعرض فقط ، ويقول :

« فليس يعترض في هذا القول شك ، ونهايات البسيط خطوط ، وهذا القول يعترض عليه شك مثل الشك الذي تقدم ذكره في الخط ، أعنى أن يقال ان قول أوقليدس هو قول كلي يدل على أنه يعتقد أن كل سطح فهو متناهي » ، والجواب نفس الجواب الذي مر بتعريف الخط أنه موجود في التخيل .

ورغم هذه الشروح المضنية لابن الهيثم في شكوك أوقليدس ،

فانه لم يسلم من النقد كما حدث له فى مصادرات أوقليدس الذى تعرض فيه لنقد عمر الحيام ، والنقد فى هذا الصدد انما جاء من عالم آخر هو « أبو الفتوح نجم الدين أحمد بن محمد بن السرى البغدادى » المعروف بابن الصلاح المتوفى عام ٥٤٨ هـ أى عام ١١٥٣ م ، وعنوان كتابه المقالات السبع وهو مخطوط موجود بمكتبة فيض الله ، وله صورة فوتوغرافية بمعهد المخطوطات بالجامعة العربية .

وقد تناول فى المقالة الرابعة « الرد على ابن الهيثم فيما وهم فيه من كتاب شكوك أوقليدس » .

مثل من أمثال اعتراضاته عن الشكل العشرين فى المقالة الثالثة ، قال أخطأ أبو على ابن الهيثم فى برهان هذا الشكل وجعله به خاصا مع أنه عام ، ويعزز اعتراضه ببرهان فى النسبة والتناسب ، ويحتاج التفصيل فى هذا الموضوع الى الكثير مما لا يحتمله هذا الكتاب .



ابن الهيثم وهذا شأنه في علم الضوء وفي شتى أنواع المعرفة ،
خليق بأن تمجده جامعاتنا وأن تحيي ذكراه في كل حين ، وخليق
بوزارة التعليم العالي أن تنشئ كرسيًا لتاريخ العلم في إحدى
الجامعات ، يطلق عليه كرسي ابن الهيثم لتاريخ العلوم ، وأن يطلق
على أحد المدرجات اسمه تخليداً له على مر السنين .

وخليق بوزارة الثقافة أن تحيي ذكراه باقامة مهرجان له
بجامعة الدول العربية ، مثله كمثل ابن خلدون الذي أقيم له تمثال
رمزي بمركز البحوث الجنائية ، وابن الهيثم لا يقل عن ابن خلدون
علواً وشأناً .

منذ سنوات أقامت حكومة إيران مهرجاناً كبيراً لابن سينا ،
حضره مندوبون من جميع أرجاء العالم ، وابن الهيثم معاصر
لابن سينا ، ولكنه كان أقل حظاً منه .

وأقام الاتحاد السوفيتي جامعة في طشقند عاصمة أوزبكستان ،
وأطلق عليها اسم جامعة البيروني للدراسات الشرقية .

وابن الهيثم معاصر للبيروني أيضاً ، ولكنه كان أقل حظاً منه .

وأبن سينا والبيرونى كانا فى رغد من العيش ، أما ابن الهيثم
فقد عاش فقيرا ، ومات معدما .

مات فى القاهرة بعد أن اكتسب رعويتها بحكم اقامته فيها
بجوار الجامع الأزهر ، وبحكم انتاجه الوفير فى البصريات والرياضيات
والفلكيات وغيرها ، وابن سينا تمجده حكومة ايران ، والبيرونى يمجد
الاتحاد السوفيتى ، أما ابن الهيثم المصرى فلا يجد عزاء سوى بضعة
مجهودات فردية من الجمعية المصرية لتاريخ العلوم ، مجهودات ضئيلة
تحتاج الى تدعيم على النطاق العربى الواسع العريض .

وتراث ابن الهيثم العلمى ، فى احيائه تدعيم للقومية العربية .
وقد آن الأوان لاهياء تراث هذا العملاق ، الذى لم ينل حظا فى
حياته ، ولم تنل بحوثه من التقدير والتمجيد بعد مماته فى الدولة
الأيوبية وما بعدها حتى اليوم ما هى جديرة به .

والوقت الحاضر هو أنسب الأوقات فلنبتدىء !!

فهرس الكتاب

صفحة	
٣	تمهيد
٧	معالم الطريق
٢٣	العالم الموسوعى
٣٤	فيلسوف أرسططاليسى
٤٩	الفلكى
٦٤	أناطوطيقى فى الرياضيات
٨٤	فكرة النظام عند ابن الهيثم
١٠٥	فكرة الدالة عند ابن الهيثم
١٢٢	نهج ابن الهيثم فى الضوء ينبوع لديكارت ونيوتن
١٤٨	هندسيات
١٦٢	أوقليدس - مصادراته وشكوكه
١٨٦	الخاتمة

فهرس الكتاب

صفحة

٣	• • • • •	تمهيد
٧	• • • • •	معالم الطريق
٢٣	• • • • •	العالم الموسوعي
٣٤	• • • • •	فيلسوف أرسططاليسي
٤٩	• • • • •	الفلكي
٦٤	• • • • •	أناطوطيقى فى الرياضيات
٨٤	• • • • •	فكرة النظام عند ابن الهيثم
١٠٥	• • • • •	فكرة الدالة عند ابن الهيثم
١٢٢	• • • • •	نهج ابن الهيثم فى الضوء ينبوع لديكارت ونيوتن
١٤٨	• • • • •	هندسيات
١٦٢	• • • • •	أوقليدس - مصادراته وشكوكه
١٨٦	• • • • •	الحاشية

صدر من سلسلة أعلام العرب

المؤلف

اسم الكتاب

- ١ - محمد عبده عباس العقاد
- ٢ - المعتمد بن عباد علي أدهم
- ٣ - جابر بن حيان د. زكي نجيب محمود
- ٤ - عبد الرحمن بن خلدون د. علي عبد الواحد وافي
- ٥ - ابن تيمية د. محمد يوسف موسى
- ٦ - معاوية ابراهيم الابياري
- ٧ - سيد درويش د. محمد أحمد الحفنى
- ٨ - عبد القاهر الجرجاني د. أحمد بدوى
- ٩ - عبد الله النديم د. علي الحديدى
- ١٠ - عبد الملك بن مروان د. ضياء الدين الرئيس
- ١١ - مالك امين الخولى
- ١٢ - القلقشندي د. عبد اللطيف حمزه
- ١٣ - الطبرى د. أحمد محمد الحرقى
- ١٤ - الظاهر بيبرس د. سعيد عبد الفتاح عاشور
- ١٥ - ابن الفارض د. محمد مصطفى حلمى
- ١٦ - المختار النقفى د. علي حسنى الخربوطلى

اسم الكتاب

المؤلف

- ١٧ - الوليد بن عبد الملك ... د . سيد اسماعيل الكاشف
- ١٨ - الأصمعي ... د . أحمد كمال زكي
- ١٩ - زكريا أحمد ... صبري أبو المجد
- ٢٠ - قاسم أمين ... د . ماهر حسن فهمي
- ٢١ - شبيب أرسلان ... أحمد الشرباصي
- ٢٢ - ابن قتيبة ... د . عبد الحميد سند الجندي
- ٢٣ - أبو هزيرة ... محمد عجاج الخطيب
- ٢٤ - عبد العزيز البشري ... د . جمال الدين الرمادي
- ٢٥ - الخنساء ... محمد جابر الحيني
- ٢٦ - الكندي ... د . أحمد فؤاد الاهواني
- ٢٧ - صاحب بن عباد ... د . بدوي طبانه
- ٢٨ - الناصر بن قلاوون ... د . محمد عبد العزيز مرزوق
- ٢٩ - أحمد زكي ... أنور الجندي
- ٣٠ - حسان بن ثابت ... د . سيد حنفى حسنين
- ٣١ - المثني بن حارثة الشيباني ... عقيد : محمد فرج
- ٣٢ - مظفر الدين كوكبوري ... عبد القادر أحمد
- ٣٣ - رشيد رضا ... د . ابراهيم أحمد العدوي
- ٣٤ - اسحاق الموصلي ... د . محمود أحمد الحفنى
- ٣٥ - أبو حيان التوحيدى ... د . زكريا ابراهيم
- ٣٦ - ابن المعتز العباسي ... د . أحمد كمال زكي
- ٣٧ - الزهاوى ... د . ماهر حسن فهمي
- ٣٨ - أبو العلاء المعري ... د . عائشة عبد الرحمن
- ٣٩ - أحمد لطفى السيد ... د . حسين فوزي النجار
- ٤٠ - الجويني امام الحرمين ... د . فوقيه حسين

اسم الكتاب

المؤلف

- ٤١ - صلاح الدين الأيوبي ... د . سعيد عبد الفتاح عاشور
- ٤٢ - عبد الله فكرى ... محمد عبد القنى حسن
- ٤٣ - عبد الله بن الزبير ... د . على حسنى الخربوطلى
- ٤٤ - عبد العزيز جاویش ... أنور الجندى
- ٤٥ - ابن رشيقي القيروانى ... عبد الرؤوف مخلوف
- ٤٦ - محمد بن عبد الملك الزيات ... محمود خالد الهجرى
- ٤٧ - حفى ناصف ... محمود غنيم
- ٤٨ - أحمد بن طولون ... د . سيدة اسماعيل كاشف
- ٤٩ - محمود حمدى الفلكى ... أحمد سعيد الدمرداش
- ٥٠ - أحمد فارس الشدياق ... محمد عبد القنى حسن
- ٥١ - المهدي العباسى ... د . على حسنى الخربوطلى
- ٥٢ - الأشرف قانصوه القورى ... د . محمود رزق سليم
- ٥٣ - رفاعة الطهطاوى ... د . حسين فوزى النجار
- ٥٤ - زرياب ... د . محمود أحمد الحفنى
- ٥٥ - الكندى « المؤرخ » ... د . حسن أحمد محمود
- ٥٦ - ابن حزم الأندلسى ... د . زكريا ابراهيم
- ٥٧ - ابن النفيس ... د . بول غليونجى
- ٥٨ - السيد أحمد البدوى ... د . سعيد عبد الفتاح عاشور
- ٥٩ - المأمون ... د . محمد مصطفى هدارة
- ٦٠ - المقبرى ... محمد عبد القنى حسن
- ٦١ - جمال الدين الألفسانى ... عبد الرحمن الرافعى
- ٦٢ - الجاحظ ... د . أحمد كمال زكى
- ٦٣ - ابن ماجند ... د . أنور عبد العليم

- ٦٤ - محمد توفيق البكري ... د . ماهر حسن فهمي
- ٦٥ - محمود سامي البارودي ... د . علي محمد الحديدي
- ٦٦ - ابن زيدون ... د . علي عبد العظيم
- ٦٧ - عمر مكرم ... د . عبد العزيز محمد الشناوي
- ٦٨ - موسى بن نصير ... د . ابراهيم أحمد العدوي
- ٦٩ - أبو الحسن الشاذلي ... د . عبد الحليم محمود
- ٧٠ - عبد العزيز بن مروان ... د . سيدة اسماعيل كاشف
- ٧١ - علي مبارك ... د . حسين فوزي النجار
- ٧٢ - أبو الحسن الشاذلي ... د . عبد الحليم محمود
- ٧٣ - العزيز بالله الفاطمي ... د . علي حسني الخربوطلي
- ٧٤ - أبو بكر الطرطوشي ... د . جمال الدين الشيال
- ٧٥ - يونس بن حبيب ... د . حسين نصار
- ٧٦ - صقر قريش ... د . عبادة كحيلة
- ٧٧ - البيروني ... د . محمد جمال القندي
... د . امام ابراهيم احمد
- ٧٨ - عبد الكريم الخطابي ... د . جلال يحيى
- ٧٩ - أسامة بن منقذ ... د . أحمد كمال زكي
- ٨٠ - محيى الدين بن العربى ... د . عبد الحفيظ فرغلي
- ٨١ - مصطفى صادق الرافعي ... د . كمال نشأت
- ٨٢ - أبو جعفر المنصور ... د . علي أدهم
- ٨٣ - ابن الأثير الجزري ... د . عبد القادر أحمد طلبيات
- ٨٤ - أبو العباس المرسى ... د . عبد الحليم محمود
- ٨٥ - الحسن بن الهيثم ... د . أحمد سعيد الدمرداش